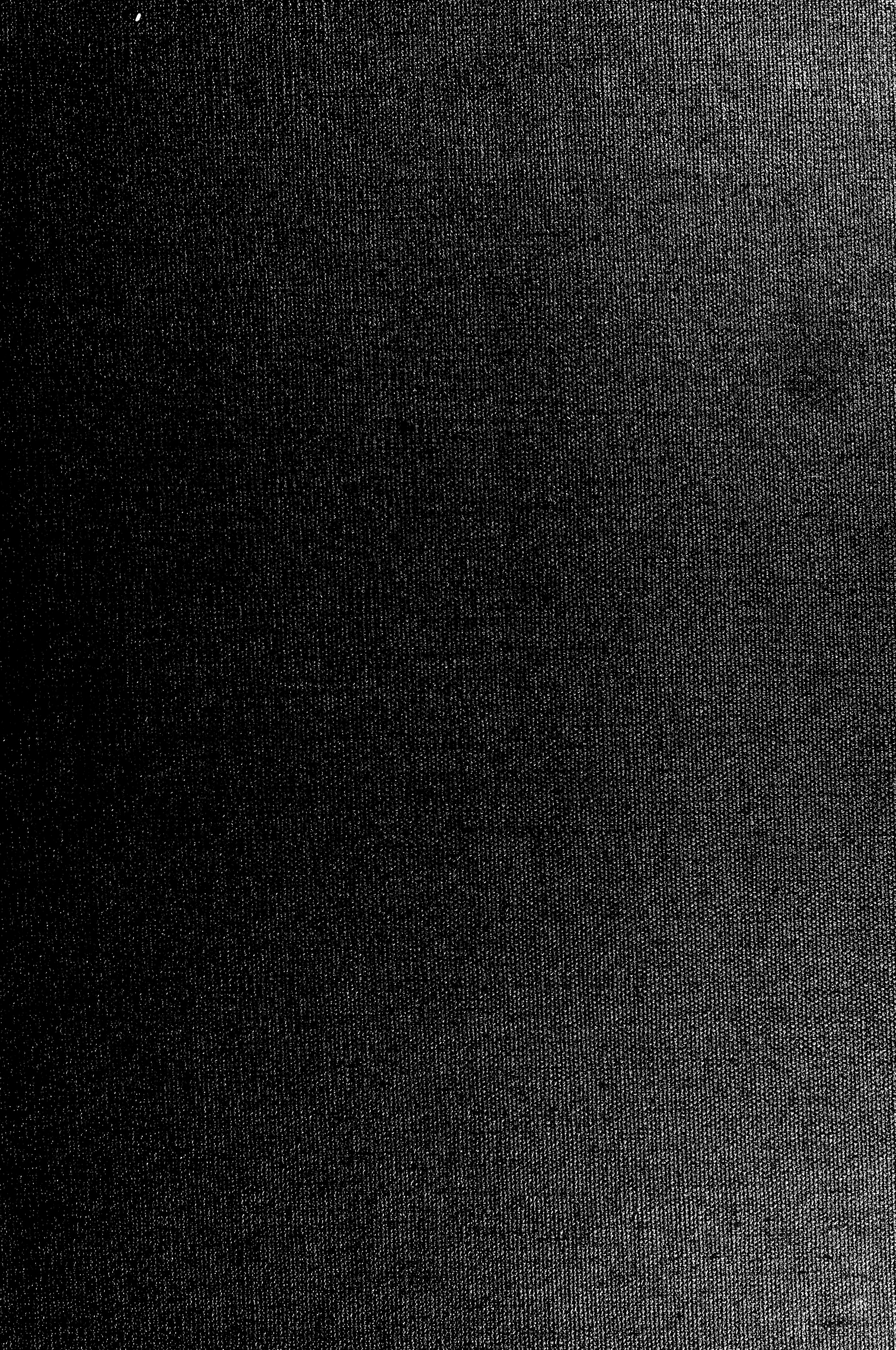


MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES

DE

SAINT-PÉTERSBOURG.

VII[E] SÉRIE.

TOME XVI.

(Avec 38 Planches.)

SAINT-PÉTERSBOURG, 1871.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg	à Riga	à Odessa	à Leipzig
MM. Eggers & Comp., H. Schmitzdorff (K. Röttger), J. Issakof & A. Tscherkessof;	M. N. Kymmel;	A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 10 Roubl. 55 Kop. arg. = 11 Thlr. 22 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Août 1871. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME XVI.

№ 9.

Rhododendreae Asiae orientalis. Scripsit tabulisque 4 lapidi incisis illustravit **C. J. Maximowicz**, socius Academiae. 53 pages.

№ 10.

Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. I. Entwicklung einiger Verbindungen elliptischer Functionen. Von Dr. **H. Gyldén**. 131 pages.

№ 11.

Ueber fossile Medusen. Von Dr. **Alexander Brandt**. (Mit 2 Tafeln.) 28 pages.

№ 12.

Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Von **A. Kowalevski**, Professor in Kiew. (Mit 12 Tafeln.) 70 pages.

№ 13.

Boreas und die Boreaden. Von **Ludolf Stephani**. (Mit zwei Tafeln.) 28 pages.

№ 14 ET DERNIER.

Ueber Weissbleierz-Krystalle, vorzüglich aus russischen Fundorten. Von **N. v. Kokscharow**. (Mit 5 Kupfertafeln.) 76 pages.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,

TOME XVI, N° 1.

ÜBER DEN

MUSCULUS ANCONEUS V. DES MENSCHEN,

MIT

VERGLEICHEND-ANATOMISCHEN BEMERKUNGEN.

VON

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der praktischen Anatomie an der medico-chirurgischen Akademie.

(Mit 1 Tafel)

Lu le 24 mars 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 25 Kop. = 8 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juillet 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Nach C. Bergmann[1]) findet sich die Verknüpfung des *Musculus latissimus dorsi* mit dem *Triceps brachii* bei den Säugethieren ausnahmsweise auch beim Menschen. Er hatte in einem Falle von der nach innen und vorn gewandten Fläche der Sehne des *M. latissimus* und vom unteren Rande derselben ein ganz ansehnliches Sehnenblatt entspringen sehen, welches abwärts in den hinteren (?) Sehnenspiegel des Caput longum des M. triceps übergegangen war. Die Fasern hatten die Richtung der eigentlichen Sehne des M. latissimus gekreuzt.

H. J. Halberstma[2]) sah von der vorderen Fläche des M. latissimus dorsi ein sehniges Blatt oder ein Band entstehen, welches nach dem *Caput longum* des *M. triceps brachii* auf dessen innere hintere Fläche überging, um sich dann radiär über den sehnigen Theil dieses Kopfes auszubreiten oder wirklich in das Gewebe des letzteren einzudringen. Die radiäre Ausbreitung, welche er die 1. Modification nannte, wollte er in den Fällen, in welchen die Verbindung schwach entwickelt war, die Verschmelzung der Fasern des sehnigen Blattes mit denen des *M. triceps brachii*, welche er die 2. Modification nannte, aber in den Fällen angetroffen haben, in welchen die Verbindung stärker entwickelt war. Das Sehnenblatt bildet eine kleine Rinne, deren Höhle bei aufgerichtetem Stande und hängendem Arme nach oben sieht, und worin der *M. teres major* zum Theil enthalten ist. Die Verbindung beim Menschen soll der beim Löwen, bei der Hyäne und bei Coati «sehr ähnlich» sein. Er erklärte die Verbindung beim Menschen sogar für constant, trotzdem er, wie er selbst gestand, wegen Mangels an Cadavern das numerische Verhältniss der von ihm aufgestellten angeblichen zwei Modificationen bis dahin nicht bestimmen konnte. Er deutete, wie Bergmann, dieses Sehnenblatt des Menschen als Analogon eines Muskelbauches, d. i. des *Anconeus V.* der Säugethiere. — Was

1) «Anthropotomische und zootomische Notizen». — Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Medicin. Berlin 1855. S. 347,

2) «Ueber eine Verbindung zwischen dem M. latissimus dorsi und dem M. triceps brachii des Menschen.» — Arch. f. d. holländ Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. 1. Utrecht 1858. S. 54. Aus: Vershen mededeelingen der Königl. Akad. van Wetenschappen 1856.

Halberstma «radiäre Ausbreitung des Sehnenblattes über der Sehne des langen Kopfes des *M. triceps brachii*» (angeblich dessen 1. Modification) nannte, gehört gar nicht zu letzterem Muskel, ist nur eine vom *M. latissimus dorsi* kommende Partie der *Aponeurosis brachialis*, welche schon J. Fr. Meckel[1]) kannte. Der *Anconeus V.* des Löwen, den ich bei diesem Thiere schon früher mehrmals und jetzt wieder an einem vor mir liegenden, frischen Exemplare untersuchen konnte, entspringt an diesem mit einer $1^1/_2''$ breiten und $1—1^1/_2'''$ dicken Portion fleischig von der hinteren Fläche und von dem unteren Rande der breiten Sehne der vor den Gefässen und Nerven des Armes zum *Pectoralis major* und damit vereinigt zum Humerus gehenden vorderen Insertionsportion, dann mit einer an erstere sich anschliessenden $2^1/_2''$ breiten und $1—1^1/_2'''$ dicken Portion fleischig von der mit der hinteren äusseren Fläche des *Teres major* verschmolzenen Sehne der hinteren Insertionsportion des *Latissimus dorsi* und theilweise von der Fleischportion dieses Muskels selbst, endlich mit einem $4''\,3'''$ langen, $6—8'''$ breiten und $3'''$ dicken Bündel, das in ein $2''$ langes aponeurotisches Fascikel ausläuft, durch dieses von der mit dem *M. infraspinatus* vereinigten *Fascia infraspinata* an einer Stelle, die $^3/_4''$ hinter der Gräte und $3''\,3'''$ unter der Basis des Schulterblattes liegt. Vielleicht kam er auch wie bei *Felis domestica* mit einer Partie vom *M. pectoralis major.* Der Muskel ist dreieckig, in der Höhe des Ursprunges vom *Latissimus dorsi* $6''$, an seinem Ende $^1/_2—1''$ breit, vom *Latissimus dorsi* abwärts $8^3/_4—9''$ lang und endigt am unteren Drittel seiner Länge in eine $3''$ lange, oben $3''$, unten $^1/_2—1''$ breite Aponeurose, die an ihren vorderen $^2/_3$ isolirt bleibt und an das Olecranon sich inserirt, am hinteren Drittel oben in einer Strecke von $^1/_2—1''$ noch separirt ist, dann aber mit der Sehne des *Anconeus longus* verschmilzt. Bei der Hyäne geht dieser Muskel wohl fleischig oder doch nur kurzsehnig von der hinteren Insertionsportion des *Latissimus dorsi* ab, wie aus Meckel's Angabe und Cuvier's und Laurillard's Abbildung hervorzugehen scheint. Bei Coati nimmt derselbe Muskel grösstentheils vom *Teres major* und nur mit einer kleinen Portion vom *Latissimus dorsi* seinen Ursprung, wie Cuvier und Laurillard bemerken. Die Art des Ursprunges dieses Muskels ist daher sicher beim Löwen, auch bei Coati der Verbindung des Sehnenblattes des *Anconeus longus* mit dem *Latissimus dorsi* beim Menschen: «sehr unähnlich», nicht, wie Halberstma, der, wie aus seinen Ansichten über Aehnlichkeit hervorgeht, den *Anconeus V.* sicher bei diesen Thieren gar nicht untersucht zu haben scheint, meinte: «sehr ähnlich». Auf wenige und obendrein ungenaue Untersuchungen hin war H. nicht berechtigt «Gesetze» zu dictiren. Bergmann und Halberstma haben aber errathen, dass der *Anconeus V.* der Säugethiere beim Menschen als Sehnenblatt sich erhalte —.

J. Henle[2]) lässt den *Anconeus longus* nicht nur vom *Tuberculum infraglenoidale* des Schulterblattes, sondern auch von einem Sehnenbogen entspringen, welcher von jenem *Tuberculum* unter dem *Teres major* her zur Vorderfläche der Insertionssehne des *Latissi-*

1) Handb. d. menschl. Anatomie. Bd. 2. Halle u. Berlin 1816. S. 401.

2) Handb. d. Muskellehre d. Menschen. Braunschweig 1858. S. 182.

mus dorsi zieht und in der letzteren eingewebt ist. — Der Sehnenbogen kann fehlen, und wenn er vorhanden ist, so sind es fast immer nur ein Bündel oder wenige Bündel und Fasern, die um den oder unter dem Rande des *Teres major* an der Sehne des *Anconeus longus*, damit ohne Abgrenzung verschmolzen, zum *Tuberculum infraglenoidale* des Schulterblattes zurückkehren, der grösste Theil oder alle gehen direct in das Sehnenblatt des *Anconeus longus* abwärts.

Mir war der Ursprung des *Anconeus longus* auch mit einem aponeurotischen Fascikel von der vorderen Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* vor Bergmann und Halberstma längst bekannt. In einer 1857 erschienenen Schrift[1]), die vor der Zeit erschien, als ich Halberstma's Aufsatz kennen konnte, die reich an Resultaten ist, wie solche nur durch vieljährige Erfahrung gewonnen werden können und nur eine Anstalt liefern kann, die über ein grosses Material verfügt, bemerkte ich gelegentlich, dass «dieses aponeurotische Fascikel (diese *Aponeurose*) immer vorkomme» und bildete denselben ab. Ich habe dort nicht nur dieses mitgetheilt, sondern auch ein *Caput supernumerarium IV. coracoideum* und ein *Caput supernumerarium IV. coracoideo-capsulare*, deren Sehnen mit der genannten Aponeurose sich vereinigten, in den *Anconeus longus* übergingen, und ein *Caput supernumerarium IV. supraglenoidale* und ein *Caput supernumerarium IV. a tendine musculi subscapularis majoris ortum musculi tricipitis brachii*, deren untere Sehnen das sonst vom *Latissimus dorsi* entspringende Sehnenbündel repräsentirten, beschrieben und abgebildet.[2]) Einer Deutung des aponeurotischen Fascikels als unvollkommenen Restes einer Thierbildung, wenn diese auch noch so sehr auf der Hand lag, musste ich mich damals noch enthalten, weil ich für die verschiedenen Muskelköpfe, in welche ich dasselbe nach aufwärts ganz oder theilweise übergehen gesehen hatte, keine analogen fleischigen oder sehnigen Verlängerungen des *Anconeus V.* der Säugethiere weder in den Angaben der *Zootomen*, noch durch eigene Untersuchungen auffinden konnte. Ich musste eine Deutung ohne Phantasie auf die Zeit verschieben, in der das aponeurotische Fascikel vielleicht auch in einen Muskelkopf nach abwärts verlängert wird angetroffen worden sein.

Mehrere Fälle von Verlängerung des aponeurotischen Fascikels nach aufwärts in einen Muskelkopf, die ich nach der Veröffentlichung derjenigen in meiner Schrift v. J. 1857 wieder beobachtete, liessen mich vermuthen, dass dasselbe denn

1) Die Musculi subscapulares (major et minor) und die neuen supernumerären Schultermuskeln des Menschen. Mit 4 Tafeln. — A. d. Mém. des Sav. étrang. Tom. VIII. St.-Pétersbourg 1857. 4°. S. 27. Tab. III. Fig. 2 δ, Fig. 3 γ.

2) Op. cit. S. 27—30. Tab. III. Fig. 2 ε, Fig. 3 β, Fig. 4 γ, Fig. 5 α

Anmerkung. Von den von mir zuerst gesehenen, in der citirten Schrift vor 13 Jahren beschriebenen und abgebildeten supernumerären Schultermuskeln haben eine Reihe derselben oder doch nur Varianten davon in der neuesten Zeit Wood und Malacister u. A. beschrieben und abgebildet, also deren Vorkommen bestätigt. Weil diese Anatomen meine Schrift ignorirten, so scheinen sie dieselbe nicht gekannt zu haben. Die Referenten in Deutschland, welche bisweilen vergessen, was sie früher referirt hatten, liessen sich durch die den Muskeln von den Engländern gegebenen Namen, welche verschieden sind von denen, die ich gegeben hatte, imponiren — und hatten in der That alte Neuigkeiten als neue Neuigkeiten vorgeführt.

doch auch, wenn auch ungemein selten, in einen Muskelkopf nach abwärts verlängert vorkommen möge, aber von mir bei anderweitigen Massenuntersuchungen vielleicht nur übersehen worden sei. Um meine ganze Aufmerksamkeit auf dieses mögliche Vorkommen zu richten, nahm ich über das aponeurotische Fascikel geflissentlich Untersuchungen vor. Ich fand in der That dabei das, was ich vermuthet hatte, d. i. beim Menschen den dem *Anconeus V.* der Säugethiere wirklich analogen Muskelkopf.

Ich werde in vorliegender Abhandlung das aponeurotische Ursprungs-Fascikel des *Anconeus longus* vom *Musculus latissimus dorsi* u. s. w., dessen Verlängerung in obere Muskelköpfe in seltenen Fällen und in einen unteren Kopf, d. i. in den ganz selten vorkommenden *Musculus anconeus V.* des Menschen abhandeln, und in vergleichend anatomischen Bemerkungen über den *M. extensor cubiti* und dessen accessorische Portion, d. i. über den *M. epicondylo-anconeus*, über den *M. epitrochleo-anconeus* und über den *M. anconeus V.* die völlige Analogie des als *M. anconeus V.* bezeichneten Kopfes des *Extensor cubiti* des Menschen mit dem gleichnamigen Muskel der Säugethiere beweisen:

A. Aponeurotisches Ursprungs-Fascikel des Anconeus longus des Menschen vom Latissimus dorsi u. s. w.

Vorkommen. Unter 160 Cadavern, wovon 129 Männern und 31 Weibern angehört hatten, vermisste ich das aponeurotische Fascikel: an 27 (22 v. Männern und 5. v. Weibern) beiderseits, an 4 (v. Männern) rechterseits und an 13 (8 v. Männern u. 5 v. Weibern) linkerseits. Vorkommen zum Mangel verhielt sich somit nach Cadaver-Zahl überhaupt wie 116 : 44 = 2,6363 : 1; nach Extremitäten-Zahl überhaupt wie 249 : 71 = 3,507 : 1. Man wird daher nicht irren, wenn man Mangel desselben: in $\frac{1}{4}$ der Cadaver an beiden Seiten oder einer derselben und $\frac{1}{5}$ der Extremitäten zugiebt. — Es kommt normal, aber constant, wie ich nach gelegentlich gemachten Beobachtungen früher meinte und Halberstma behauptete, nicht vor. Eine dem Sehnenblatte des *Anconeus longus* bisweilen fest anliegende, vom *Latissimus dorsi* und *Teres major* herabkommende Partie der *Aponeurosis brachialis* verleitete mich, diese für das dem *Anconeus longus* wirklich angehörende aponeurotische Fascikel selbst zu nehmen.

Gestalt. Faden- oder platt-, strang- oder bandförmiges Bündel, das sich bald an Breite gleich bleibt, bald allmählich nach abwärts oder nach aufwärts (selten) sich verschmälert oder am Anfange und Ende verbreitert, in der Mitte aber verschmälert ist; oder dreieckige (nach abwärts verschmälerte) parallelogramme, bisquitförmige Membran. Meistens einfach, bisweilen mit Lücken versehen, in $\frac{1}{11}$—$\frac{1}{12}$ d. F. in 2, 3 oder noch mehrere Bündel, welche häufiger ($\frac{2}{3}$ d. F.) neben einander, als vor einander liegen, getheilt.

Grösse. Länge vom *Latissimus dorsi* abwärts: 6‴—1″9‴; ganze Länge vom obersten Ursprunge an: bis auf 2″9‴ steigend. Breite: eines Fadens; oder schmalen Stranges; oder $3\frac{1}{2}$—9‴ am Rande des *Latissimus dorsi* und allmählich gegen den *Anconeus longus* bis $\frac{3}{5}$—2‴; oder 1″9‴ am Rande des *Latissimus dorsi* und 9‴ am *Anconeus longus* (1 Mal); oder 3—9‴ am Rande des *Latissimus dorsi*, 2—4‴ in oder nahe der Mitte seiner Länge und 3—6‴ am *Anconeus longus.* Meistens dünn, von verschiedener, oft beträchtlicher Stärke.

Ursprung. Von der vorderen Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* mit strahlenförmig divergirenden, deren Bündel kreuzenden, damit fest verwachsenen Fasern in wechselnder Höhe (selbst bis gegen deren oberen Rand) und Breite (bis 1″4‴), oder davon und auch von deren unterem Rande, namentlich mit dem medialen Theile. Selten von dem unteren Rande der Sehne des *Latissimus dorsi* allein, oder von der Fläche der Sehne desselben und der des *Teres major*, oder vom unteren Rande der Sehne des ersteren und der Fläche der Sehne des letzteren bis zum *Humerus* zugleich. In den Fällen des Vorkommens hinter einander liegender separirter Bündel: mit beiden von der Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* oder mit dem oberflächlichen davon und mit dem tiefen vom Rande derselben und der des *Teres major*, oder vom Rande der Sehne des letzteren Muskels allein bis gegen den *Humerus.* In den Fällen des Vorkommens neben einander liegender separirter Bündel: meistens von der Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi*, ausnahmsweise von der Fläche und dem Rande desselben, oder mit einem verticalen Bündel von jener Fläche des *Latissimus dorsi* und mit einem queren Bündel vom unteren Rande der Sehne des *Teres major.* Nur in einigen Fällen war das *aponeurotische Fascikel* ganz oder theilweise als eine Sehne einiger oberflächlich gelagerter, aber nicht separirter Fleischbündel des *Latissimus dorsi* zu erkennen. Niemals habe ich bis jetzt das *aponeurotische Fascikel* mit einer Portion von dem vor den Armgefässen und Armnerven verlaufenden *anomalen Insertionsbündel* des *Latissimus dorsi*, das bei vielen Säugethieren constant vorkommt und bei manchen derselben dem *M. anconeus V.* theilweise zum Ursprunge dient, abgehen sehen.

Endigung. In die oberflächliche Schicht des Sehnenblattes der medialen Fläche des *Anconeus longus*, in dessen vorderen Rand oder dessen vordere Partie (häufig), oder dessen mittlere Partie (selten), oder vom vorderen Rande angefangen im grössten Theile der queren Ausbreitung desselben; gleich oder einige Linien unter dem Rande des *Teres major*, wie bogenförmig gekrümmt, aber auch verschieden weit (bis 1″ 3‴) unter demselben spitzwinklig; mit Fasern und Bündeln, welche in $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{9}$ d. F. sämmtlich abwärts laufen, in $\frac{9}{10}$—$\frac{8}{9}$ d. F. in grösster Anzahl abwärts laufen, in geringerer Anzahl (oft nur mit einer Faser oder einem Bündel) ohne Separirung von den Bündeln der Sehne des *Anconeus longus* zum *Tuberculum infraglenoidale* des Schulterblattes hinter dem *Teres major* aufwärts ziehen, ganz ausnahmsweise zur

Hälfte ab- und aufwärts ihren Verlauf nehmen; in querer, schräger, bogenförmiger oder wirklich gebrochener Linie mit dem Sehnenblatte des *Anconeus longus* sich vereinigen.

In gut entwickelten Fällen ist bei gleichzeitiger kräftiger Contraction des *Latissimus dorsi* und *Triceps brachii* das aponeurotische Ursprungs-Fascikel gut sichtbar oder doch durchfühlbar. An manchen Cadavern im Zustande der Todtenstarre giebt es sich als strangförmiger Vorsprung zu erkennen.

B. Aponeurotisches Ursprungs-Fascikel des Anconeus longus vom Latissimus dorsi, theilweise oder ganz die Insertionssehne eines oberen anomalen Hilfskopfes des Anconeus longus.

Ich habe solche Köpfe 1857 beschrieben und abgebildet[1]). Sie entspringen vom *Processus coracoideus* des Schulterblattes, oder davon und von der Schulterkapsel, oder von dem Schulterblatte neben dem *Tuberculum supraglenoidale*, oder von der Sehne des *M. subscapularis major* und repräsentirten mit ihrer unteren Sehne ganz oder theilweise das *aponeurotische Ursprungs-Fascikel* des *Anconeus longus* von der Sehne des *Latissimus dorsi*. Ich habe später zwei Arten dieser Hilfsköpfe wieder beobachtet: 1859 an der rechten Extremität eines Mannes einen vom *Processus coracoideus* des Schulterblattes kommenden Kopf; 1858, 1860 und 1864 an linken Extremitäten von Männern und 1870 an einer rechten Extremität eines Mannes einen von der Sehne des *M. subscapularis major* entsprungenen Kopf. Deren Endsehne vertrat wieder das von der Sehne des *Latissimus dorsi* entspringende *aponeurotische Fascikel* des *Anconeus longus*. In dem 1870 beobachteten Falle war der von der Sehne des *M. subscapularis major* entstandene Kopf, länglich dreiseitig, dünn. Er ging in eine lange plattrundliche Sehne über, welche etwa 9‴ unter dem *Teres major* im Sehnenblatte des *Anconeus longus* in zwei Bündel (ein auf- und absteigendes) getheilt endete. Diese Sehne repräsentirte das vordere Bündel des aponeurotischen Fascikels des *Anconeus longus*, während das hintere Bündel desselben mit einem vorderen queren Schenkel vom unteren Rande der Sehne des *Teres major* kam und mit einem verticalen Schenkel von der vorderen Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* entsprang.

C. Aponeurotisches Fascikel des Anconeus longus vom Latissimus dorsi, die Ursprungssehne eines dem Anconeus V. der Säugethiere analogen Hilfskopfes des Anconeus longus des Menschen.

Ich habe den *Anconeus V.* des Menschen unter den 160 Cadavern, bei welchen ich über das *aponeurotische Ursprungs-Fascikel* des *Anconeus longus* von der Sehne des *Latissimus dorsi* geflissentliche Untersuchungen vorgenommen hatte, am 118. und 136. Cadaver, an je einem Arme derselben beobachtet.

---

1) L. c.

1. Fall.

Musculus anconeus V. am linken Arme eines Mannes. (Fig. 1. *a.*)

Lage. An der inneren Seite des *Anconeus longus* (*d*), mit den Flächen ein- und auswärts, mit den Rändern vor- und rückwärts gekehrt.

Gestalt. Platter, lang-dreiseitiger Muskelkopf mit einer gablig gespaltenen Ursprungssehne.

Grösse. Vom unteren Rande des *Teres major* und der Sehne des *Latissimus dorsi* abwärts beträgt seine Länge am vorderen Rande: 7″ 6‴, am hinteren Rande: 5″ 6‴. Davon kommen auf die Ursprungssehne 1″ 3‴, welche an der inneren Seite des Fleischkörpers noch 1″ 9‴ weit abwärts reicht. Die Breite seiner Sehne beträgt 2‴, die des Fleischkörpers an dessen oberem Ende 2‴, an dessen unterem Ende 2″. Die Dicke an der Sehne misst 1/3‴, am Fleischkörper 2½‴.

Ursprung. Mit dem vorderen Bündel (α′) seiner platt-rundlichen, unter dem *Teres major* gablig gespaltenen Sehne (α) von der vorderen Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* (*b*), mit dem hinteren Bündel (α″) derselben vom *Tuberculum infraglenoidale* des Schulterblattes. Das vordere Bündel entsteht mit strahlenförmig divergirenden, die Bündel der Sehne des *Latissimus dorsi* kreuzenden und damit fest vereinigten Fasern, die auf der Sehne des *Latissimus dorsi* bis gegen deren oberen Rand reichen, auf dieser 1″ in verticaler Richtung und bis 1″ in transversaler Richtung sich ausbreiten, gegen den unteren Rand der Sehne convergiren und darunter vor dem *Teres major* ein 3‴ langes und 2½‴ breites Band bilden. Das hintere Bündel ist 9‴ lang mit der inneren Seite des vorderen Randes der Sehne des *Anconeus longus* (*d*) verschmolzen, darunter ein 1″ 10‴ — 2″ langer und 1‴ breiter plattrundlicher Strang, der unter dem Rande des *Teres major* (*c*) mit dem vorderen Bündel bei gegenseitiger Austauschung von Fasern zur Ursprungssehne sich vereinigt.

Verlauf. Vertical abwärts.

Endigung. Am inneren Rande des *Anconeus longus* (*d*) in einer Strecke von 2″ an dessen Vereinigung mit dem *Anconeus internus* (*e*), 2″ 9‴ über dem Olecranon.

2. Fall.

Musculus anconeus V. am rechten Arme eines Weibes. (Fig. 2. *a.*)

Lage. An der inneren Seite des *Anconeus longus* (*d*).

Gestalt. Ein vom *Anconeus longus* isolirtes, in eine besondere und lange Sehne endigendes, bandförmiges Fleischbündel.

Grösse. Vom unteren Rande der Sehne des *Latissimus dorsi* abwärts beträgt seine Länge: 2″, wovon 1″ 3‴ auf die Ursprungssehne und 9‴ auf den Fleischtheil kommen. Die Ursprungssehne ist unter dem Rande der Sehne des *Latissimus dorsi* 3‴, gegen ihr Ende 3/4‴ breit, der Fleischtheil ist bis 2‴ breit und 1‴ dick.

Ursprung. Mit strahlenförmig aufwärts divergirenden Fasern seiner Sehne (α) von der vorderen Fläche der Sehne des *Latissimus dorsi* (*b*), von der Mitte ihrer Höhe abwärts.

Verlauf. Schräg bogenförmig abwärts.

Endigung. Verlängert direct in das Fleisch des *Anconeus longus* (*d*).

Wirkung. Unterstützt, bei gleichzeitiger Contraction des *Latissimus dorsi*, die Wirkung des *Triceps brachii* und namentlich des langen Kopfes — *Anconeus longus* — desselben.

D. Vergleichend anatomische Bemerkungen.

a. Ueber den *Extensor cubiti* der Säugethiere.

Bei den Säugethieren hat der *Extensor cubiti* bald drei, bald mehrere Köpfe, die verschieden weit und selbst bis zum Olecranon von einander separirt sein können. Das Vorkommen von mehr als drei Köpfen wird entweder durch Zerfallen des Schulterblattkopfes, welcher bald vom unteren Schulterblattrande (in verschiedener Strecke) und darüber allein, bald von der Schultergräte und darunter (z. B. vom *Angulus posterior*) allein, bald von beiden entspringt; oder eines oder beider Armbeinköpfe in secundäre Köpfe; oder durch Hinzukommen wirklich supernumerärer Köpfe zu den gewöhnlichen veranlasst. So soll der *Extensor cubiti* z. B. bei *Stenops* durch einen supernumerären Schulterblattkopf nach J. Fr. Meckel[1]), oder durch Hinzukommen eines vom Armbeine kommenden Hilfskopfes zum Schulterblattkopfe nach J. L. C. Schröder van der Kolk und W. Vrolik[2]) vierköpfig sein; so ist derselbe Muskel bei *Lutra* nach G. Cuvier et Laurillard[3]), bei *Phoca vitulina* nach L. Duvernoy[4]), bei *Phoca foetida s. hispida* nach Fr. Rosenthal[5]), bei *Phoca communis* durch zwei Schulterblattköpfe und zwei Armbeinköpfe (bei Mangel des *Anconeus externus*) nach Humphry[6]) vierköpfig; bei *Ornithorynchus* durch Zerfallen des Schulterblattkopfes in drei secundäre Köpfe nach Meckel[7]), bei *Orycteropus capensis* durch drei Schulterblattköpfe und zwei Armbeinköpfe (bei Mangel des *Anconeus externus*) nach Humphry[8]) fünfköpfig. Ich sehe den *Extensor cubiti* z. B. bei *Arctomys marmotta*, welchen Meckel[9]) unrichtig zwei Schulter-

1) Syst. d. vergl. Anat. Th. 3. Halle 1828. S. 528.

2) Recherches d'anat. comp. sur le genre Stenops d'Illiger. — Bijdragen tot de Dierkunde. 1. Deel. Amsterdam 1848—1854. 4°. p. 45.

3) Anat. comp recueil de Planches de Myologie. Paris 1849. Fol. Pl. 108. Fig. 2., Pl. 109. Fig. 1. 2.

4) Recherches anat. sur les organes de mouvement du Phoque commun. — Mém. du Mus. d'hist. nat. Tom. IX. Paris 1822. p. 63.

5) C. G. Carus. Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie. 1 H. Leipzig 1826. Fol. S. 37.

6) «On the myology of *Orycteropus capensis* and *Phoca communis*». — The Journ. of Anat. a. Physiol Vol. II. Cambridge a. London 1868. p. 302.

7) Ornithorynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826. Fol. p. 27.

8) L. c. p. 301.

9) Syst. d. vergl. Anatomie. Th. 3. Halle 1828. S. 527.

blattköpfe zuschrieb, durch Zerfallen des *Anconeus internus* in zwei secundäre Köpfe, die schon Meckel angab; bei *Dasypus tricinctus* durch einen doppelten Schulterblattkopf, wovon der supernumeräre vom hinteren Schulterblattwinkel entspringt; und bei *Myrmecophaga didactyla* vierköpfig. Bei *Myrmecophaga didactyla* entspringt der äussere breite (5‴) Schulterblattkopf vom unteren Schulterblattrande, der innere vordere schmale (1½‴) Schulterblattkopf unten von dem Schulterblatthalse und der Schulterkapsel. Beide vereinigen sich bald hinter dem starken (2‴) Teres major, der in einer Länge von 8‴ von der Insertionsstelle des Latissimus dorsi angefangen bis auf die Spitze des Epitrochleus herab an das Armbein sich ansetzt. Der *Anconeus internus* entspringt in einer Länge von 6½‴ vom Armbeine, von dessen Halse bis 1¼‴ über dem Canalis supracondyloideus herab. Er vereinigt sich mit dem doppelköpfigen Anconeus longus unter der Spalte für den N. radialis und ist an der Vereinigungsstelle 2‴ breit. Der *Anconeus externus* ist ein starker, 2¼‴ breiter, bandförmiger Muskelbauch. Er entspringt vom Armbeine und hängt durch eine sehnige Inscription mit einer starken Fleischportion von fast gleicher Länge und Gestalt zusammen, die dem Deltoideus angehört. Er verschmilzt 2½—3‴ über dem Olecranon mit dem zweiköpfigen Anconeus longus[1]).

b. Ueber den *Musculus epicondylo-anconeus* der Säugethiere.

Der *Extensor cubiti* der Säugethiere besitzt wohl constant[2]) eine accessorische Portion, die vom Epicondylus humeri und darüber ihren Ursprung nimmt. Sie ist der *Anconeus IV.*

c. Ueber den *Musculus anconeus V.* der Säugethiere.

Zu dem Extensor cubiti und seiner accessorischen Portion kommt wohl bei den meisten Säugethieren (presque tous les mammifères — G. Cuvier —) noch eine fünfte Portion, welche weder vom Schulterblatte (allein), noch vom Armbein entspringt. Sie ist bei vielen Säugethieren nachgewiesen, aber nur von H. Burmeister richtig mit dem Namen «*Anconeus V.*» bezeichnet worden.

Vicq d'Azyr[3]) liess bei *Careopithecus sabaeus* (Callitriche) einen Muskel vom unteren Drittel des Teres major (?) zum Epitrochleus und Olecranon in die Vorderarmaponeurose gehen, der nur der *Anconeus V.* sein konnte.

1) J. Fr. Meckel — «Anat. d. zweizehigen Ameisenfressers». Deutsch. Arch. f. d. Physiol. Bd. 5. Halle u. Berlin 1819. S. 42. Syst. d. vergl. Anat. Th. 3. Halle 1828. S. 526. — schrieb *Myrmecophaga didactyla* und den Ameisenfressern überhaupt, und W. Rapp — Anat. Untersuchungen über die Edentaten. Tübingen 1843. 4. S. 33. — schrieb *Myrmecophaga tamandua* nur einen Armbeinkopf zu. Diese Angaben sind für *Myrmecophaga didactyla* sicher und für *Myrmecophaga* überhaupt wahrscheinlich unrichtig.

2) The cyclop. of anat. a. physiol. Vol. IV. p. 1. London 1847—1849. p. 727

3) Sur trois singes, appelés le Mandrill, le Callitriche et le Macaque etc. — Mém. de l'Acad. royale des sciences. ann. 1780. Paris 1784. 4. p. 483.

G. Cuvier[1]) hat den *Anconeus V.* unter dem Namen «Quatrième portion du triceps» ou «Portion allant au tendon du grand dorsal dite 4e extenseur» erwähnt oder denselben abgebildet von: *Pithecus satyrus* (Orang-Outang), *Cereopithecus sabaeus* (Callitriche), *Macacus nemestrinus* (Magot commun), *Cynocephalus sphinx* (Papion), *Ateles paniscus* (Coaita), *Cebus apella* (Sajou), *Hapale jacchus* (Ouistiti commun), *Lemur macaco* (Maki vari), *Erinaceus europaeus*, *E. ecaudatus*, *Ursus americanus*, *Viverra nasua* (Coati roux), *Meles vulgaris*, *Mustela foina*, *Canis*, *Viverra genetta*, *Hyaena*, *Felis leo*, *F. pardus*, *Phoca communis*, *Didelphis*, *Phalangista cavifrons*, *Macropus minor*, *M. major*, *Sciurus vulgaris*, *Arctomys*, *Mus decumanus*, *Georychus capensis* (Mus capensis), *Hystrix cristata*, *Lepus cuniculus*, *Hydrochoerus capybara*, *Dasyprocta aguti* (Cavia aguti), *Coelogenys paca* (Cavia paca), *Bradypus tridactylus*, *Orycteropus*, *Myrmecophaga didactyla*, *Dasypus sexcinctus*, *Myrmecophaga tamandua*, *Elephas africanus*, *Dicotyles torquatus*, *Sus scropha*, *Tapirus*, *Equus asinus*, *E. caballus*.

H. Kuhl[2]) sah den Muskel bei *Ateles belzebuth* und glaubte, dass derselbe bis dahin bei keinem anderen Thiere bemerkt worden sei.

J. Fr. Meckel[3]) hat diesen Muskel beschrieben von: *Macacus nemestrinus*, *Ateles*, *Lemur*, *Hyaena*, *Didelphis*, *Bradypus tridactylus* und auch bei *Myrmecophaga didactyla*, bei welchem der Muskel theils durch einen kleinen Sehnenzipfel an das Olecranon sich inserirt, theils längs der Ulna herabläuft und mit einer dünnen Sehne in der Gegend des Pisiforme an die Muskelsubstanz der Hohlhand sich anheftet.

W. Vrolik[4]) hat denselben Muskel beschrieben und abgebildet von: *Pithecus troglodytes* (Chimpansé) und seines Vorkommens gedacht bei: *Hylobates*, *Macacus*, *Felis leo*. Hier liess er den Muskel bei *Lemur gracilis*, bei *Ursus* (was bestimmt unrichtig ist) und beim *Opossum* (was wahrscheinlich unrichtig ist) an den Epitrochleus ansetzen.

R. Owen[5]) lieferte eine Beschreibung des Muskels unter dem Namen «*Omo-anconaeus*» von: *Perameles lagotis*.

---

1) Leç. d'anat. comp. recueil de planches de Myologie, dessin. par G. Cuvier ou exécut. sous les yeux par Laurillard. Pl. 17. Fig. 2.; Pl. 20, 21. Fig. 1.; Pl. 22. Fig. 1.; Pl. 29, 30.; Pl. 33, 34.; Pl. 38—41, 48, 49.; Pl. 55, 56. Fig. 1.; Pl. 63. Fig. 1.; Pl. 64. Fig. 1.; Pl. 65. Fig. 1.; Pl. 66. Fig. 1.; Pl. 68. Fig. 1—2.; Pl. 75. Fig. 1.; Pl 76. Fig. 1—2.; Pl. 77. Fig. 1—2.; Pl. 78. Fig. 4.; Pl. 85—86.; Pl. 89. Fig. 1—2.; Pl. 94. Fig. 1—3.; Pl. 95. Fig. 1—3.; Pl. 96. Fi . 1.; Pl. 100. Fig. 2.; Pl. 102. Fig. 1—2.; Pl. 105.; Pl. 120. Fig. 1.; Pl 125.; Pl. 126. Fig. 2.; Pl. 131—132.; Pl. 139. Fig. 1.; Pl. 143.; Pl. 144. Fig. 2.; Pl. 145—147.; Pl. 156—159.; Pl. 164. Fig. 1.; Pl. 171. Fig. 1, 3.; Pl. 175. Fig. 4.; Pl. 179. Fig. 3.; Pl. 180.; Pl. 195. Fig. 1.; Pl. 204. Fig. 1, 2.; Pl. 205. Fig. 2, 3.; Pl. 206. Fig. 1, 2.; Pl. 207, 208. Fig. 4.; Pl. 213. Fig. 3.; Pl. 216. Fig. 3.; Pl. 231. Fig. 1.; Pl 234. Fig. 2, 3.; Pl. 241. Fig. 1.; Pl. 246, Fig. 2.; Pl. 251. Fig. 3.; Pl. 253.; Pl. 254. Fig. 2.; Pl. 255.; Pl. 256. Fig. 5.; Pl. 257. Fig. 3.; Pl. 258. Fig. 1.; Pl. 259. Fig. 2.; Pl. 260, 261. Fig. 1.; Pl. 262.; Pl. 263. Fig. 2, 3 ; Pl. 283 Fig. 1.; Pl. 305, 306, 313, 314.; Pl. 316. Fig. 1.; Pl. 323. Fig. 1, 2.; Pl. 326. Fig. 1, 2.; Pl. 333.; Pl. 337—340.

2) «Zergliederung eines weiblichen Atelis belzebuth». — Beitr. z. Zoologie u. vergl. Anatomie. Abth. 2. S. 17.

3) System d. vergl. Anatomie. Th. 3. Halle u. Berlin 1828. S. 502—506.; Anatomie d. zweizehigen Ameisenfressers. — Deutsch. Arch. f. d. Physiol. Bd. 5. Halle u. Berlin 1819. S. 42.

4) Recherches d'anat. comp. sur le Chimpansé. Amsterdam 1841. Fol. p. 18, 27, 28. Pl. IV. f. — The cyclop. of anat. a. physiol. Vol. IV. P. 1. London 1847—1849. Art. «Quadrumana» p. 205.

5) The cyclop. of anat. a. physiol. Vol. III. London 1839—1847. Art. «Marsupialia» p. 289.

W. Rapp[1]) beschrieb den Muskel bei: *Myrmecophaga tamandua.*

H. Straus-Durckheim[2]) beschrieb und bildete den Muskel unter dem Namen «Triceps interne» ab bei: *Felis.*

Derselbe Muskel ist nach Rym. Jones[3]) bei den *Solipeda* «a fourth portion», welche noch zum Triceps extensor kommt, und wird von E. F. Gurlt[4]) u. A. bei *Equus caballus* «Musculus extensor cubiti longus» genannt.

Burmeister[5]) hat den Muskel unter dem Namen «*Anconeus V.*» bei: *Tarsius* beschrieben und abgebildet.

Schröder van der Kolk und W. Vrolik[6]) sahen den Muskel bei: *Stenops* als eine Verlängerung des Latissimus dorsi zum Condylus internus gehen.

Duvernoy[7]) beschrieb und bildete den Muskel ab als Dorso-épitrochlien bei Pithecus Gorilla.

Humphry[8]) sah beim *Chimpanse* den Latissimus dorsi, wie gewöhnlich bei den Affen, durch einen fleischigen Streifen (muscular slip) mit dem Triceps verbunden. Er ging von der Sehne des Latissimus rechtwinklig ab und stieg auf der Rückenseite des Armes herab.

C. W. Devis[9]) sah bei *Viverra civetta* den Muskel (Omo-anconeus) in die Vorderarmaponeurose gehen.

W. Krause[10]) führt den Muskel bei *Lepus cuniculus* als «Musculus extensor parvus antibrachii» an.

Und noch Andere[11]).

Ich habe den *Anconeus V.* zu verschiedenen Zeiten bei einer Masse von Säugethieren gesehen und unter jenen, die mir zur Untersuchung dieses Muskels gerade jetzt zur Verfügung standen, habe ich denselben angetroffen: bei den *Simiae* an 17 Exemplaren, welche *Cercopithecus sabaeus*, *Macacus nemestrinus*, *M. ahesus*, *M. sp.?*, *Cynocephalus maimon*, *Cebus apella*, *C. fatuellus* und *Simiae sp.?* angehörten; bei den *Prosimiae* an *Lemur mongoz* und *Stenops tardigradus;* bei *Galeopithecus;* bei *Erinaceus europaeus*, *Sorex vulgaris*, *Myogale moschata*, *Talpa europaea; Ursus arctos*, *Canis familiaris. C. lupus*, *C. vulpes*, *Felis domestica*, *F. leo*; *Didelphis marsupialis*, *D. philander; Myoxus glis*, *Sciurus vulgaris*, *Ta-*

---

1) L. c.

2) Anat. descr. et comp. du Chat. Tom. II. Paris 1845. 4. p. 348. Atlas. Fol. Pl. IX. Fig. 1. № 21.

3) The cyclop. of anat. a. physiol. Vol. IV. P. 1. London 1847—1849. Art. «Solipeda» p. 727.

4) Handb. d. vergl. Anatomie d. Haussäugethiere. 4te Aufl. Berlin 1860. S. 294.

5) Beitr. z. näheren Kenntniss der Gattung Tarsius. Berlin 1846. 4. S. 50, 54. Taf. III. Fig. 2. № 22. d.

6) Recherches d'anat. comp. sur le genre stenops d'Illiger. p. 44 — Bijdragen tot de Dierkunde. Deel I. Amsterdam 1848—1854.

7) 2e Mém. sur l'anat. comp. des grands singes pseudo-anthropomorphes. — Arch. du Mus. d'hist. nat. Tom. VIII. Paris 1855—1856. 4. p. 80. Pl. VII. Fig. C. 2''.

8) «On some points in the anatomy of the Chimpanzee». — The Journ. of anat. a. physiol. Vol. I. London a. Cambridge 1867. p. 264.

9) «Notes of the myology of Viverra civetta». — The Journ. of anat. a. physiol. Vol. II. Cambridge a. London 1868. p. 211.

10) Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1868. 8. S. 106.

11) Z. B. E. Burdach bei *Inuus*, *Cynocephalus*, *Cercopithecus*. — Bei H. Rathke. Neunter Bericht d. anat. Anstalt zu Königsberg. 1838. Auszug. Valentin's Repertorium. Bd. 4. Bern u. St. Gallen 1839. S. 119.; u. A.

*

mias striatus, Spermophilus citillus, Arctomys marmotta, Mus musculus, M. rattus, Arvicola obscurus, A. sp.?. Spalax, Lepus, Dasyprocta, Coelogenys paca, Caria cobaya; Bradypus tridactylus, Dasypus tricinctus, Myrmecophaga didactyla; Sus scropha; Equus caballus.

Dieser Muskel ist ein platter Bauch von verschiedener und selbst grosser Breite [z. B. bei *Sorex* oben $^3/_4$, unten $1^1/_3$ Mill.; bei *Mus musculus* $^1/_2'''$; bei *Stenops tardigradus* oben $1^1/_3'''$, am Ende $^3/_4'''$; bei *Bradypus tridactylus* $1^3/_4'''$; bei *Lepus cuniculus* $2'''$; bei *Galeopithecus* oben $3'''$, unten $1'''$; bei *Didelphis philander* in der Mitte $3^1/_2'''$; bei *Tamias striatus* $4^1/_2'''$; bei *Coelogenys paca* $5'''$; bei *Lemur mongoz* $6'''$; bei *Myrmecophaga didactyla* ($10^1/_4''$ Körper-, + $9''$ Schwanzlänge) oben $4'''$, unten $8'''$; bei *Spermophilus citillus* oben $9'''$; bei *Arctomys marmotta* oben $1''$, unten $^3/_4''$; bei *Canis lupus* oben $2''$, unten $1''$; bei *Felis leo* oben $6''$, unten (an der Insertion) $^1/_2$—$1''$; bei *Ursus arctos* oben $8''$, unten (am Anfange der Endaponeurose) $3^1/_4''$] und von verschiedener, meistens nicht beträchtlicher Stärke (membranartig dünn, aber auch 1—$3'''$ bei *Felis leo*, bis 3—$4'''$ bei *Ursus arctos*, bis $6'''$ bei *Equus caballus* dick). Bald bleibt der Muskel vom Ursprunge zur Insertion gleich breit, bald und seltener ist er gegen ersteren (z. B. auffallend bei *Myrmecophaga didactyla*), bald und häufiger gegen letzteren oder gegen beide verschmälert. In den ersteren Fällen, wenn er schmal ist, sieht er bandförmig, länglich vier- oder dreiseitig, wenn er breit ist, wie ein parallelogrammförmiger oder am Ende verschieden breit abgestutzter dreieckiger Muskelbauch (*Ursus arctos, Felis leo, Equus caballus*), dessen Breite $^2/_3$ (*Felis leo*) oder $^4/_5$ (*Ursus arctos*) seiner Länge betragen kann; im letzteren Falle platt-spindelförmig aus (z. B. auffallend bei *Bradypus tridactylus*). Der Muskel entspringt fleischig oder sehnig (kurzsehnig oder mit einer verschieden breiten und langen Aponeurose) häufig von der Endsehne oder dem fleischigen Endtheile des *Latissimus dorsi* (auch oft zugleich von dem vor den Gefässen und Nerven des Armes isolirt oder vereinigt mit der Sehne des *Pectoralis major* zum *Humerus* gehenden Bündel desselben z. B. $4''$ breit bei *Ursus arctos*); oder vom *Latissimus dorsi* und *Teres major* (*Stenops tardigradus, Coati, Didelphis, Dasyprocta, Coelogenys paca*, u. A.); oder vom *Latissimus dorsi, Teres major* und dem Schulterblatte (*Perameles lagotis, Spermophilus citillus, Arctomys marmotta, Sus scropha, Solipeda*); oder vom *Latissimus dorsi, Teres major* und *Pectoralis major* (*Felis domestica*); oder vom *Latissimus dorsi* (beiden Endportionen) und der *Fascia infraspinata* (*Felis leo*); oder vom *Latissimus dorsi* und mit einer mit einem supernumerären vom hinteren Winkel des Schulterblattes kommenden Kopfe des *Anconeus longus* verwachsenen *Aponeurose* vom Schulterblatte (*Dasypus tricinctus*); oder ist die Fortsetzung eines breiten Bündels des *Latissimus dorsi*, davon durch eine sehnige Inscription geschieden (*Galeopithecus, Myrmecophaga didactyla*). Der Muskel inserirt sich fleischig oder sehnig (kurzsehnig oder mit einer verschieden langen und breiten *Aponeurose*) an den *Epitrochleus* (*Gorilla, Orang-Outang*[1])); oder an den *Epitrochleus* und

1) Nach Schröder van der Kolk und Vrolik soll diese Insertionsart (Opera citata) auch bei Stenops, Ursus u. Opossum vorkommen. — An einem Exemplare von *Stenops tardigradus*, an mehreren Exemplaren von

an das *Olecranon* (*Chimpansé*, *Sorex vulgaris?*); oder an das *Olecranon* allein (häufig); oder an dieses mit Uebergang einer Portion in die Vorderarmaponeurose (*Lemur*, *Tarsius*, *Myogale moschata*, *Ursus*, *Felis*, *Didelphis philander*, *Tamias striatus*, *Arctomys marmotta*, *Dasypus tricinctus*, *Myrmecophaga didactyla* — an die Vorderarmaponeurose in einer der Axe des Vorderarmes parallelen Linie bis gegen dessen Mitte herab fleischig —[1]), *Equus caballus*); oder vereinigt sich mit dem *Anconeus longus* fleischig (wohl) (*Hyaena* — nach Meckel und Cuvier —), oder durch den unteren Theil des hinteren medialen Randes hoch oben ganz kurzsehnig mit dem *Anconeus internus* bei Absendung einer mit dem *Ligamentum intermusculare internum* verschmolzenen langen Sehne zum *Epitrochleus* (*Bradypus tridactylus*, bei dem der Muskel bis zur Mitte der Entfernung zwischen dem *Latissimus dorsi* und *Epitrochleus* am Arme herabreicht, an einem Exemplare von $12\frac{3}{4}''$ Länge: $9'''$ lang, $1\frac{3}{4}'''$ breit und $\frac{2}{3}'''$ dick ist — Gruber —[2])); oder vereinigt sich mit seiner Endsehne, die $1\frac{1}{3}$—$5\frac{1}{2}'''$ lang, in der ganzen Länge $\frac{3}{4}'''$ breit ist, oder gegen das Ende sich verschmälernd 11—$7'''$ über dem *Epitrochleus* mit dem *Anconeus longus* und *A. internus* (*Stenops tardigradus* — $8\frac{1}{4}''$ Körperlänge —, bei dem an dem Exemplare des zoologischen Museums der medico-chir. Akademie das bandförmige Muskelchen an einem Arme länglich vierseitig, an dem anderen Arme länglich dreiseitig ist, $1\frac{3}{4}'''$ breit von der Sehne und dem Fleische des hinteren Endbündels des *Latissimus dorsi* und mit einem aponeurotischen Fascikel auch vom *Teres major* entspringt, am Fleischtheile abgerundet zugespitzt endet, an einer Seite $6\frac{1}{3}'''$, an der andern $10\frac{1}{2}'''$ lang ist — Gruber —). Es ist bis zum *Olecranon* vom *Extensor cubiti* separirt (häufig), oder über der Insertion durch seine Endaponeurose ganz oder theilweise mit der Sehne des *Anconeus longus* (*Ursus arctos*, *Felis leo*, *Didelphis philander*, *Spermophilus citillus*, *Dasyprocta*) oder mit der fleischigen Insertionsportion grösstentheils mit letzterem Muskel verwachsen (*Sus scropha*).

d. Ueber den *Musculus epitrochleo-anconeus* der Säugethiere.

Der *Musculus epitrochleo-anconeus* der Säugethiere[3]), welcher von G. Cuvier bei 16 Genera (darunter *Orycteropus*, bei welchem Thiere das Vorkommen des Muskels

Ursus arctos, an einem Exemplare von *Didelphis philander* und an einem Exemplare von *D. marsupialis* habe ich sie sicher vermisst. — Man will dem *Anconeus V.* mit Insertion an den *Epitrochleus* eine andere Bedeutung zuschreiben. Ich bin nicht dieser Meinung. Ich halte den Muskel mit solcher Insertion nur für eine Uebergangsform von den Muskeln mit Vereinigung mit dem Extensor triceps oder damit und mit Insertion an den Epitrochleus zugleich (Bradypus tridactylus) zu den Muskeln mit Insertion an den Epitrochleus und an das Olecranon zugleich (Sithecus troglodyles) und an das Olecranon allein (Regel). Ich glaube mich um so mehr zu dieser Ansicht berechtigt, als die Insertion des Muskels an den Epitrochleus bei einem und demselben Thiere bald vorkommt, bald fehlt.

1) In Meckel's — Deutsch. Arch. f. d. Physiol. Bd. 5. S. 42. — Exemplare von *Myrmecophaga didactyla* aber hat sich der Muskel mit einer dünnen Sehne in der Gegend des Erbsenbeines an die Musculatur der Hohlhand geheftet, wie schon oben angegeben.

2) Soll sich nach Meckel (Syst. d. vergl. Anat. Th. 3. Halle 1828. S. 502) zuerst ungefähr an die Mitte (an was?) setzen, dann weiter nach unten oberhalb des Epitrochleus eine dünne Sehne schicken.

3) W. Gruber. «Ueber den Musculus epitrochleo-anconeus des Menschen und der Säugethiere» — Mém. de

Humphry[1]) 1868 bestätigte), von Burmeister bei 1 Genus und von mir bei 30 Genera, also meines Wissens bis 1868 bei 47 Genera nachgewiesen war, ist, wie ich dargethan habe, ein nothwendiger und daher constanter (*Ursus* abgerechnet) Ellenbogengelenkmuskel. Derselbe erhält seinen Nerven nicht vom *N. radialis*, sondern vom *N. ulnaris*. Er wirkt als *Adductor olecrani* und *Supinator antibrachii*, dann als Beschützer des *N. ulnaris* und der begleitenden *Vasa ulnaria* oder dieser und des *N. medianus* und der *Vasa brachialia* zugleich vor Druck, endlich als Gehilfe des *Extensor* oder der *Extensores antibrachii* in untergeordneter Weise (in der Regel)[2]). Dieser Muskel, den G. Cuvier und Laurillard bei einer Reihe von Thieren und Straus-Durckheim bei *Felis domestica*: «Anconé interne», den G. Cuvier und Laurillard bei *Felis pardus*, *Castor fiber*, *Hystrix cristata*, *Orycteropus capensis*, *Dasypus sexcinctus:* «Portion humérale interne ou portion humérale accessoire de la portion humérale interne du triceps», den W. Rapp bei *Myrmecophaga tamandua:* «Anconeus parvus», den Duvernoy bei *Phoca vitulina:* «Portio condyloidea interna extensoris cubiti», und Rosenthal bei *Phoca hispida:* «Anconeus minimus», H. Burmeister bei *Tarsius:* «Anconeus VI.» und endlich W. Krause bei *Lepus cuniculus* ganz falsch: «Anconeus IV.» nennt, gehört bei den Säugethieren nicht zum *Extensor cubiti*, ist ein selbstständiger Muskel. Da der Muskel bei den Säugethieren, wenn der *Anconeus V.* ausfällt, der «*Anconeus V.*» ist, und wenn der *Anconeus V.* auftritt, der «*Anconeus VI.*» ist, so ist für ihn der von mir eingeführte Name «*Epitroehleo-anconeus*», welcher bei allen Säugethieren für alle Fälle passt, beizubehalten. Da man ferner bei den Säugethieren die accessorische Portion des *Extensor cubiti*, d. i. den *Epicondylo-anconeus* von jeher und mit Recht als *Anconeus IV.* bezeichnet hat, so heisst es Verwirrung in die comparative Anatomie bringen und «confundiren», wenn man wie W. Krause bei *Lepus cuniculus* den *Epitrochleo-anconeus*, der bei diesem Thiere der *Anconeus sextus* ist, «*Anconeus quartus*» nennt.

---

l'Acad. Imp. des sciences de St.-Pétersbourg. Sér. VII. Tom. X. № 5. Besond. Abdr. St. Petersburg 1866. 4. p. 7. Tab. II, III. —. «Nachtrag z. Kenntniss des M. epitrochleo-anconeus d. Säugethiere» — Bull. Tom. XII. 4. p. 329—335.; Mélang. biolog. Tom. VI. Livr. 4. St.-Pétersbourg 1866. 8. p. 464—472.

1) L. c. p. 301.

2) Bei den Nachsuchungen über den Anconeus V. habe ich den *M. epitrochleo-anconeus* bei *Lemur mongoz*, bei *Phoca annellata*, ja sogar an einem Exemplare von *Canis vulpes* angetroffen. Bei *Lemur mongoz* entsprang der Muskel zur Hälfte vom Rande der die innere Wand des Canalis supracondyloideus humeri bildenden Knochenspange, zur Hälfte von dem Epitrochleus und inserirte sich an das Olecranon. An der ersteren Hälfte war er 9''', an der anderen 4''' lang und 3''' breit. Bei *Phoca annellata* war der Muskel sehr stark, entsprang und inserirte sich auf ähnliche Weise wie bei *Lemur mongoz*. Durch den Canalis supracondyloideus humeri trat wie bei Phoca vitulina nur der N. medianus. Bei *Canis vulpes* entsprang der Muskel mit einer Aponeurose, die die Hälfte seiner Länge einnahm, vom Epitrochleus und heftete sich an das Olecranon. Der Muskel hatte eine parallelogramme Form, war membranös dünn, 9''' lang, links 2''', rechts $1\frac{1}{3}$''' breit. Ob der Muskel bei diesem constant vorkomme oder nicht, weiss ich bis jetzt noch nicht. Bei *Canis familiaris*, wie ich schon früher mittheilte, so wie bei *Canis lupus*, an mehreren Exemplaren, sah ich den Muskel nicht. Es scheint *Canis* das *Genus* zu sein, so wie *Ursus arctos* die *Species* ist, bei der der Muskel bald fehlt, bald vorkommt.

e. Analogie.

Ich habe[1]) 1857 unter dem Namen: «*Musculus capsularis s. tensor humero-scapularis inferior a capite longo bipartito*» einen Nebenkopf des linken *Triceps brachii* beim Menschen beschrieben (1. Fall). — 1859 sah ich einen doppelköpfigen rechten *Anconeus longus* (2. F.). Der ungewöhnliche Kopf entstand sehnig von der *Capsula humero-scapularis* und vom *Collum chirurgicum* in der Strecke von 1″, wurde dann fleischig und ging an der Vereinigung des *Anconeus longus* mit dem *Anconeus internus* in ersteren über. Er war 4″ lang und 2″ breit. — 1863 sah ich an beiden Extremitäten eines Mannes den *Anconeus longus* doppelköpfig (3. u. 4. F.). Der ungewöhnliche Kopf entstand von der inneren Wand der *Capsula humero-scapularis* bedeckt vom *Subscapularis*. Er war sehnig-fleischig, 1″ lang, in der Mitte 4‴, am Uebergange in den *Anconeus longus* 6‴ breit. — 1855 sah ich an der rechten Extremität eines Mannes ein wirklich supernumeräres Köpfchen des *Anconeus longus*. Dasselbe entsprang von der Basis des Schulterblattes, 1″ über dem *Angulus inferior*. Dasselbe war anfänglich mit dem *Teres major* verwachsen, verlief zuerst an der hinteren Seite dieses Muskels, später am oberen Rande desselben auswärts und endigte in eine 1″ lange Sehne, die am vorderen Umfange des hinteren Randes des *Anconeus longus* in diesen, an einer Stelle $1\frac{1}{2}$″ unter seinem Ursprunge, überging. Dasselbe war platt-rundlich, 5″ lang, am Fleischtheile 4‴, an der Endsehne 2‴ breit. — Ein doppelköpfiger *Anconeus internus* war mir 1865 und 1870: 6 Mal bei Männern (2 Mal beiderseits, 2 Mal rechterseits) vorgekommen. Der supernumeräre Kopf entsprang bald vom *Collum chirurgicum* des *Humerus*, bald von der unteren Wand der *Capsula humero-scapularis* allein, bald von diesen beiden Stellen zugleich mit einer bald feinen, bald starken platt-rundlichen, verschieden langen (bis 5″) Sehne, welche bald direct in einen dreieckigen Fleischbauch von verschiedener Länge (bis $4\frac{1}{2}$″) und verschiedener Breite (bis 2″) überging, bald mit dem *Lig. intermusculare internum* verschmolzen bis zum *Epitrochleus* herabreichte. Im letzteren Falle hatte der Fleischbauch eine verschoben vierseitige Gestalt. Der Kopf war immer dünn, bestand aus isolirten Fleischbündeln und ging fleischig in den *Anconeus internus* über. — Es kann somit beim Menschen der *Triceps brachii* durch Zerfallen eines seiner Köpfe oder durch Hinzukommen eines supernumerären Kopfes zu einem der gewöhnlichen Köpfe vierköpfig vorkommen, wie derselbe Muskel bei gewissen Säugethieren.

Dass dem vom Schulterblatte und Armbeine kommenden *Extensor cubiti* der Säugethiere, mag er nun bei einer Reihe der Thiere drei Köpfe besitzen, oder durch Zerfallen eines oder ein Paar dieser Köpfe, oder durch Verstärkung eines oder ein Paar dieser Köpfe durch supernumeräre Portionen bei einer andern Reihe derselben mehrköpfig werden, mögen diese Köpfe mit einander verschmelzen oder ganz separirt bleiben, der *Triceps brachii* des Menschen, d. i. der *Anconeus longus*, *externus* und *internus* = I., II.

1) Die Musculi subscapulares etc. S. 30.

u. III., wovon der I. oder der III. bisweilen auch doppelköpfig auftreten kann; dass dann der vom *Epicondylus* und darüber vom *Humerus* kommenden accessorischen Portion des *Extensor cubiti* der Säugethiere der *Epicondylo-anconeus*, d. i. der *Anconeus IV.* des Menschen; dass ferner dem vom *Epitrochleus* und darüber vom *Humerus* kommenden *Epitrochleo-anconeus* der Säugethiere der anomale von J. Fr. Malgaigne[1]) wohl zuerst («En dedans on trouve le muscle anconé, sorte de prolongement du triceps, constituée par olécranne et l'épitrochlée et dans laquelle passe le nerf cubital») 20 Jahre vor Henle und 27 Jahre vor Luschka in Kürze erwähnte, von mir nach Massenuntersuchungen als in $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ d. F. vorkommende und erschöpfend geschilderte *Epitrochleo-anconeus*, d. i. der *Anconeus VI.* des Menschen[2]), welcher bald ein Kopf des *Triceps brachii*, bald ein selbstständiger Muskel ist, seinen Nerven wie bei den Säugethieren nicht vom *N. radialis*, sondern vom *N. ulnaris* erhält, als Beschützer des *N. ulnaris* und der diesen in *Sulcus epitrochleo-anconeus* begleitenden *Vasa* vor Druck und in untergeordneter Weise als Gehilfe des *Triceps brachii* und des *Ligamentum cubiti internum* behufs der Festigkeit des Ellenbogengelenkes an dessen innerer Seite fungirt, analog sei, kann nicht bezweifelt werden. Dass aber auch dem bei vielen Säugethieren constant auftretenden, vom *Latissimus dorsi* u. s. w. kommenden *Anconeus V.* der von mir entdeckte seltene anomale *Anconeus V.* des Menschen analog sei, ist, besonders bei Rücksichtsnahme auf das Verhalten dieses Muskels bei manchen Thieren, z. B. bei *Stenops tardygradus* — Gruber —, bei *Hyaena* — Meckel, Cuvier —, bei *Bradypus tridactylus* — Gruber —, jedenfalls über jeden Zweifel erhaben. Der beschriebene sehr selten vorkommende *Anconeus V.* des Menschen hat somit wie der häufig vorkommende anomale *Epitrochleo-anconeus* (*Anconeus VI.*) desselben die Bedeutung einer aus einem früheren (niederen) Zustande herrührenden constanten Bildung, d. i. die einer Thierbildung[3]).

1) Traité d'anat. chir. etc. Bruxelles 1838. p. 428.; édit. 2ᵉ. Tom. II. Paris 1859. p. 628.

2) So lange der *Anconeus V.* des Menschen nicht nachgewiesen war, war ich berechtigt, den *Epitrochleo-anconeus* des Menschen «*Anconeus V.*» zu nennen. — Op. cit. S. 2.

3) Alexand. Malacister — «Notes on muscular anomalies in human anatomy». Proceed of the roy. irish. Academy. Vol. IX. 1866 (23 April). Sep.-Abdr. p. 9—10. — hat vom unteren Rande des *Latissimus dorsi* manchmal einen beträchtlichen accessorischen Streifen (Slip) in die Armaponeurose senden gesehen. Dieses Band (this band) erreicht nach ihm bei *Cebus* und anderen Affen einen beträchtlichen Grad von Entwickelung. Eine Portion dieser Sehne (welcher?) setzt sich oft (etwa bei jedem dritten Individuum) in den langen Kopf des Triceps fort (continued). Die Sehne des langen Kopfes des Triceps nimmt nach ihm in geringer oder grösserer Ausdehnung vom unteren Rande des Latissimus dorsi allein oder von diesem und dem des Teres major zugleich seinen Ursprung. Sehr selten fand M. vom unteren Rande des Latissimus dorsi (Fleisch oder Sehne?) eine aponeurotische Ausbreitung (a fascial expansion) oder sogar einen muskulös-fibrösen Streifen (or even a musculo-tendinous slip) bis zum *Olecranon* herab abgeschickt, wie nach ihm bei *Hylobates*, *Ateles*, *Cynocephalus* und vielen anderen *Quadrumana* vorkommen sollen, wie eine ähnliche Portion bei *Equus* und bei *Sus* ein etwas correspondirender Muskel, der vom Angulus inferior des Schulterblattes entspringt und in die Fascia brachialis an der inneren Seite des Gliedes übergeht, existirt. Dieselbe soll dem *M. sartorius* homolog sein. — Meine auf Massenuntersuchungen gestützten Resultate stehen mit jenen von Malacister grösstentheils im Widerspruche. Der von Malacister gesehene musculös-fibröse Streifen ist nicht zu verwechseln mit dem Muskelkopfe, den ich als das wahre Analogon des *Anconeus V.* der Säugethiere bewiesen habe.

Erklärung der Abbildungen.

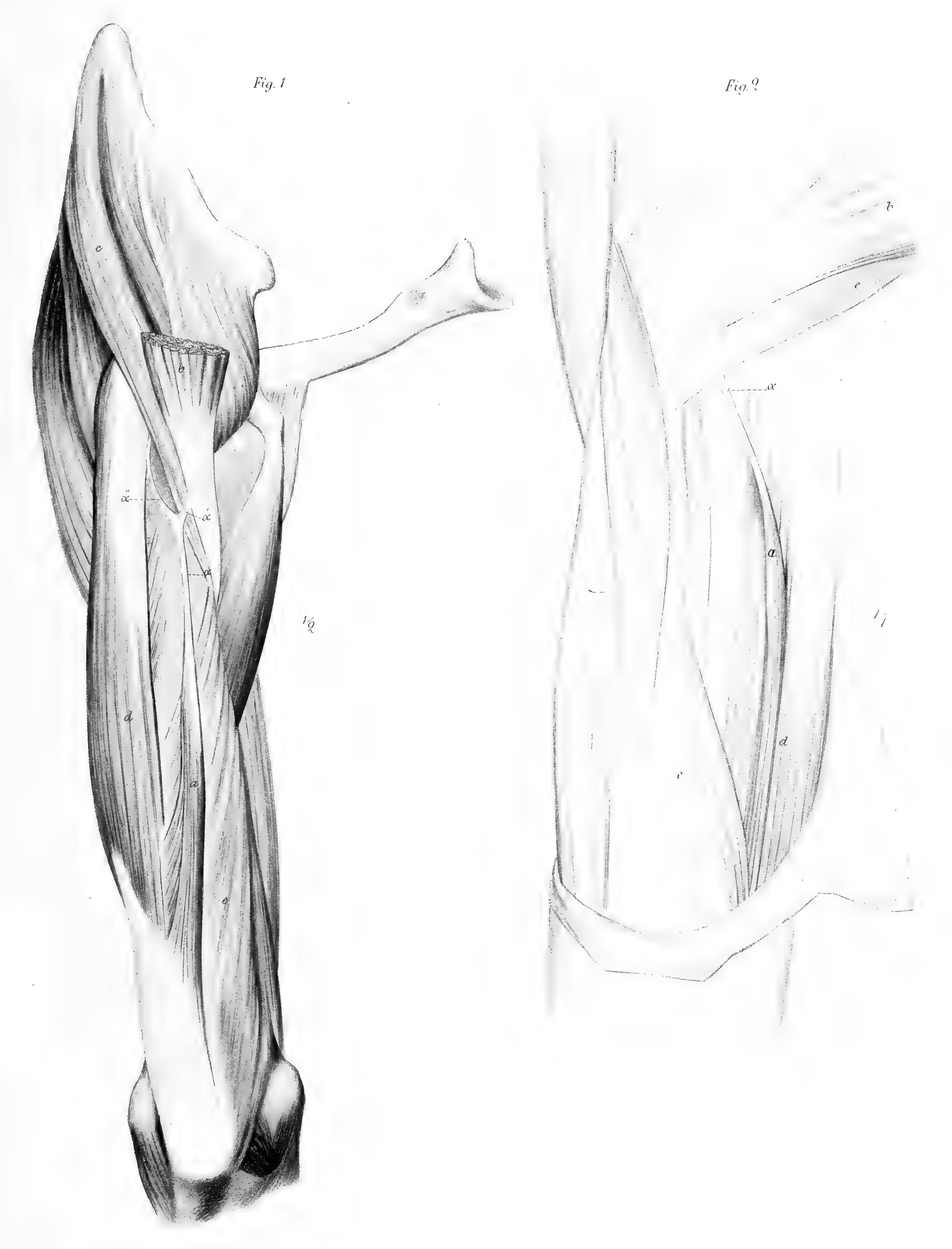
Fig. 1.

Schulter, Oberarm und Ellenbogen der linken Seite eines Mannes. (Ansicht von hinten und innen.)

Fig. 2.

Schulter- und Oberarmstück der rechten Seite eines Weibes. (Ansicht von innen.)

a. *Musculus anconeus quintus*.
b. » latissimus dorsi (Insertionsstück).
c. » teres major.
d. » anconeus longus.
e. » » internus.
α. Ursprungssehne des M. anconeus quintus.
α'. Vorderes } Bündel derselben.
α''. Hinteres } Bündel derselben.



Karpowicz ad nat del
Iwanson sculp. Waß. O. 2 Lin. № 27.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, N° 2.

ÜBER

ACHRADOCYSTITES UND CYSTOBLASTUS,

ZWEI NEUE CRINOIDEEN-GATTUNGEN,

EINGELEITET

DURCH KRITISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE

ORGANE DER CYSTIDEEN.

VON

Dr. **A. v. Volborth.**

(Mit einer lithographirten Tafel.)

Présenté le 19 mai 1870.

St.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;

à Riga, M. N. Kymmel;

à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 30 Kop. = 10 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Juillet 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Wie schwierig die Deutung ausgestorbener Organismen ist, zeigt recht eindringlich die Geschichte der Cystideen, deren Kenntniss nicht nur nicht vorgeschritten, sondern nach den neuesten Untersuchungen auf den Punkt zurückgeführt worden ist, wo Gyllenhal[1]), der ihre organische Natur zuerst nachwies, sie vor 100 Jahren gelassen hatte. Nach den damaligen Kenntnissen über Crinoideen, die sich nur auf Guettard's[2]) Angaben über den lebenden *Pentacrinus Caput Medusae* beschränkten, glaubte Gyllenhal die neuen räthselhaften Körper zu den Echiniden rechnen zu müssen und deutete das mit einer fünfklappigen Pyramide geschlossene Organ derselben als Mund; eine Meinung die sich 68 Jahre lang erhalten hat, indem sowohl Wahlenberg[3]), als auch Pander[4]) und Hisinger[5]) ihr treu blieben.

L. von Buch war der erste, der die Verwandtschaft mit den Echiniden verwarf und diese Gruppe zu den Crinoideen rechnete, indem er das bisher für den Mund gehaltene Organ für die Ovarialöffnung erklärte. Er sagt[6]): «die dreieckigen Flächen der Pyramide «sind scharf von einander geschieden und zeigen offenbar, dass es Valveln sind, welche «sich von innen hervor öffnen»; und weiter p. 30: «Es scheint auch nicht ganz zweck-«mässig, dass ein Mund, der Nahrung von aussen her auffasst, gerade eben durch das Ein-«dringen der Nahrung geschlossen werden sollte. Die nur von innen aus sich öffnenden «Valveln scheinen wohl eher die Bestimmung zu haben, aus dem Innern das Ausbrechen «zu erlauben. Und so möchte es wohl ein Ausgang für Ovarien sein».

Diese Meinung, obgleich sie nicht durch direkte Beobachtung bewiesen werden konnte, erschien um so wahrscheinlicher, als die Deutung der übrigen drei Oeffnungen keinerlei

1) Vetensc. Acad. Handl. Stockholm 1772 p. 239.
2) Mém. de l'Acad. roy. des sciences. Paris 1761 p. 224.
3) Act. Soc. Sc. Upsal. Vol. VIII p. 54.
4) Beitr. zu Geogn. des russ. Reiches. St. Petersb. 1830 p. 141.
5) Leth. Suecic. p. 91.
6) Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland. 1840 p. 29.

Schwierigkeiten machte; indem, nach Analogie lebender Crinoideen, der Stielöffnung diametral entgegengesetzt der Mund und dicht neben diesem der Afterporus sich vorfand; es mithin bei einer Gruppe, die für armlos galt, und wo die Genitalschläuche nicht in die Arme verlegt werden konnten, erlaubt war, die vierte mit einem Klappenverschluss versehene Oeffnung als Organ zum Austritt von Saamen und Eiern zu deuten.

Unsere Entdeckung der Arme bei den Echino-Encrinen[1]) machte indessen der Lehre von der Armlosigkeit der Cystideen ein Ende nnd stellte damit auch die Ovarialöffnung am Kelche in Frage. Herr v. Buch wollte indessen unsere Entdeckung durchaus nicht anerkennen und erklärte diese Organe für blosse Fühler[2]). Wie sehr übrigens bei ihm der Glaube an die Armlosigkeit erschüttert war, zeigte er durch das Bestreben, die Ovarialöffnung vor den Eventualitäten, die für dieselbe aus der Gegenwart der Arme erwachsen möchten, dadurch zu schützen, dass er Poren an den Spitzen der Valveln beschrieb und abbildete, wie dergleichen sich auf den Genitaltäfelchen anderer Echinodermen finden[3]).

In unserer Schrift über russische Sphaeroniten[4]) haben wir unsere Ansichten vertheidigt, neue Beweise für die Gegenwart der Arme bei den Cystideen beigebracht und gezeigt, dass, wenn auch die angeführten Poren auf einer Täuschung beruhten, die Gegenwart der Arme eine Genitalöffnung am Kelche durchaus nicht gefährde, weil die Pinnulen, in denen sich die Genitalschläuche der Comatulen entwickeln, an den Armen der Cystideen nicht nachgewiesen werden konnten.

E. Forbes[5]) wollte die Mittelstrasse halten, indem er einerseits in unserm Sinne neue Formen mit Armen beschrieb, andererseits aber, den Ansichten Buch's huldigend, die von uns beschriebenen Organe für blosse Pinnulae erklärte. Da die von uns veröffentlichten Thatsachen nicht wegzuläugnen waren, so suchte er, wie auch Buch, durch Substituirung eines verwandten, aber keineswegs identischen Begriffes, den ursprünglichen wirklicher Arme zu umgehen. Aber Arme sind keine Pinnulae und Pinnulae sind keine Arme; das hat J. Müller schon 1843 (Pentacrinae) auseinandergesetzt und auch endlich 1854[6]) nachgewiesen, dass es sich bei *Echinosphaerites aurantium* um Arme, nicht um Pinnulae handelt.

Wenn dessen ungeachtet die Herrn De Koninck und Le Hon in ihrem schönen Werke über Belgische Crinoideen[7]) fortfahren, unsere Arme Pinnulae zu nennen, so erklärt sich das leicht dadurch, dass die gleichzeitig mit ihrer Arbeit erschienene Abhandlung J. Müller's noch nicht zu ihrer Kunde gelangt war. Diesen Grund kann aber Herr Eichwald nicht geltend machen, wenn er sechs Jahre nach der Publikation von Müller's Abhandlung unsere Arme für Cirren erklärt[8]). Cirren oder Ranken sind accessorische Organe des

1) Bull. de la classe phys.-mathem. de l'Académie Imp. des sciences de St.-Pétersbourg. 1844. Tome III p. 91.
2) Neues Jahrbuch v. Leonh. u. Bronn. 1845 p. 177.
3) V. Buch, Cystideen. 1845 p. 15. Tab. 1. Fig. 21 und 22.
4) Verh. der Miner. Gesellsch. zu St. Petersb. Jahrg. 1845 — 46 p. 161.
5) Cystideae of the Brit. Islands, Mem. Geol. Survey 1848. Vol. II part. II p. 483.
6) Abh. der Berliner Akademie p. 181.
7) 1854 p. 50.
8) Leth. ross. I p. 613.

Stengels der Pentacrinen und des dorsalen Knopfes der Comatulen. Es fehlt ihnen jede Andeutung einer ambulakralen und antiambulakralen Seite; es fehlt ihnen jede willkührliche Bewegung, da sie muskellos sind; — alles Attribute, die dagegen den Armen zukommen.

In seiner gediegenen Schrift über die Entwickelung der Pentacrinoid-Larve von Antedon bemerkt Carpenter[1]), die Verwechselung von Cirren und Armen sei im höchsten Grade unstatthaft; diese Organe seien einander nur in der gegliederten Struktur ihres Skelet's ähnlich; in allem übrigen aber, sowohl in homologischer als functioneller Beziehung, seien sie weit von einander verschieden. Dass die Dorsalcirren von Antedon nur zur mechanischen Stütze des Thieres dienen, folge sowohl aus der überaus einfachen Struktur dieser Theile, als auch aus den von ihm an lebenden Thieren gemachten Beobachtungen.

Uebrigens hat die Zeit, die sicherste Bundesgenossin der Wahrheit, bereits ihr letztes Wort gesprochen; indem die Herren J. Hall in New York und E. Billings in Montreal seitdem so zahlreiche Cystideen-Formen mit Armen veröffentlicht haben, dass wohl niemand mehr an die Armlosigkeit dieser Gruppe glauben wird.

Wir hätten jetzt noch der Schicksale der Ovarialöffnung zu erwähnen, gegen welche namhafte Schriftsteller seitdem aufgetreten sind, um zu der alten Gyllenhal'schen Ansicht zurückzukehren, nach welcher dieses Organ dem Munde der Echiniden zu vergleichen sei. Diese Ansicht hat Buch gewissermassen selbst veranlasst, indem er die seitliche, mit einer Klappenpyramide geschlossene Oeffnung bei Caryocrinus nicht für die Genitalöffnung, sondern für den Mund erklärte, weil dieses mit deutlichen Armansätzen versehene Fossil, nach seiner Theorie, einer Ovarialöffnung am Kelche nicht bedurfte. Mit der Armlosigkeit der Cystideen fällt indessen diese Ansicht, und wir hegen nicht den geringsten Zweifel, dass Caryocrinus, ebenso wie der ihm so ähnliche Hemicosmites zu den Cystideen gehört, und dass mithin die mit einer Pyramide geschlossene Oeffnung denselben Zweck hatte wie bei den Cystideen; eine Meinung, zu der sich auch J. Hall[2]) bekannt hat, nachdem er Anfangs der Buch'schen Deutung gefolgt war[3]). Auch J. Müller hat auf die Inconsequenz aufmerksam gemacht, die darin liegt, bei zwei im Baue so nahe verwandten Gattungen wie Caryocrinus und Hemicosmites, diese Oeffnung ein Mal Mund und das andere Mal Genitalöffnung zu nennen; was die Bestimmung des Mundes in gleicher Weise bei allen Cystideen zweifelhaft machen müsste; so zwar, dass überall die mit einer Klappenpyramide verschlossene Oeffnung ein seitlich stehender Mund sein könnte. Er bemerkt jedoch sehr richtig[4]), dieser Ansicht stehe entgegen, dass die Rinnen von der Scheitelmitte zu den Armen bei *Sphaeronites* (*Glyptosphaerites*) *Leuchtenbergi* Volb. und *Protocrinites* Eichw. auf das schärfste ausgeprägt sind, und dass die geraden Linien der feinen Rinne auf dem Scheitel von *Echinosphaerites aurantium*, wo die Plättchen beider Seiten an einander grenzen, der Deutung auf eine zwischen ihnen in der Mitte befindliche Mundsplatte äusserst günstig sind.

---

1) Philos. Transactions 1866 p. 708.
2) Palaeontology. Band. II p. 248.
3) Ibid p. 217.
4) Abh. der Berl. Akad. 1854 p. 182.

Ungeachtet dieser ganz richtigen Argumentation haben sich die Herrn De Koninck und Le Hon[1]) durch ein aus Guadeloupe nach Europa gelangtes frisches Exemplar von Pentacrinus veranlasst gefunden, gegen die Buch'sche Meinung aufzutreten und im Sinne Gyllenhal's die Genitalöffnung für den Mund zu erklären; eine Meinung, der sich später die Herrn E. Billings in Montreal und S. Lovén in Stockholm angeschlossen haben.

Bei aller Achtung für die wissenschaftlichen Verdienste so ausgezeichneter Forscher, können wir ihrer Meinung schon desshalb nicht beipflichten, weil uns die Vergleichung mit verwandten Classen und Ordnungen nur dann erlaubt zu sein scheint, wenn die Stellung des fraglichen Fossils im Systeme noch unbekannt oder zweifelhaft ist, wie das zu Gyllenhal's Zeit der Fall war. Wenn es nun Gyllenhal, der die damals räthselhaften Körper für Echinus-Arten hielt, erlaubt war, das mit einer Pyramide geschlossene Organ dem Zahngebisse der Echiniden zu vergleichen, so scheint es uns doch heute, wo die Crinoideennatur der Cystideen unwiderleglich nachgewiesen ist, richtiger zu sein, nach Analogien bei den Crinoideen, statt bei den Echiniden, zu suchen.

Dr. Duchassaing's Beschreibung des aus Guadeloupe an Herrn Michelin geschickten Pentacrinus unterscheidet sich nur dadurch von der Müller'schen, dass das Afterrohr ganz nahe beim Munde, ja auf einer der denselben bedeckenden Lippen selbst angebracht und dass diese Lippen mit einer Reihe kleiner Dornen zum Kauen bewaffnet sein sollen; Umstände, welche auf dem beschädigten und nach Analogie der Comatulen ergänzten Exemplare, welches Müller vorlag, nicht zu constatiren waren. De Koninck bemerkt nun, aus Duchassaings's beigelegter Zeichnung folge, dass das, was Duchassaing Lippen nennt, in der That dreieckige, harte, auf der inneren Seite mit Dornen bewaffnete Klappen sind, welche ganz dieselbe Gestalt haben wie die Knöchelchen, welche die Buch'sche Ovarialöffnung bei den Cystideen bedecken; auch zweifele er gar nicht daran, dass Buch die wahre Funktion dieses Organ's verkannt habe; er glaube, dieselbe habe denselben Zweck erfüllt wie bei Pentacrinus; auch wäre es sehr merkwürdig, wenn Kalkplättchen, deren Lage und Gestalt so identisch ist, in Thieren, die zu derselben Classe gehören, zu so verschiedenen Zwecken bestimmt sein sollten.

Gegen diese Ansicht erlauben wir uns Folgendes zu bemerken:

Erstens begreifen wir nicht, wie aus einer blossen Zeichnung (das Thier selbst lag nicht vor) der Schluss gezogen werden kann, dass die Lippen harte, kalkige Klappen seien. Diese Folgerung scheint uns um so gewagter zu sein, als nach Carpenter's schon erwähnten Untersuchungen über die Pentacrinoidlarve von Antedon[2]), die Mundklappen besagter Larve zwar Spuren von Kalknetzen zeigen, dieselben aber bei zunehmendem Wachsthum so vollkommen aufgesogen werden, dass bei ausgewachsenen Individuen von Antedon keine Spur derselben mehr zu finden ist.

---

1) Recherches sur les crinoides etc. Bruxelles 1854 p. 54.

2) Phil. Trans. 1866 p. 692.

Wenn ferner die Lippen wirklich harte, kalkige Plättchen wären, so ist es nicht wohl denkbar, dass der Anus ganz nahe dem Munde eine dieser verknöcherten Lippen hätte durchbohren können; auch würde die jedesmalige Mastikation störend auf die Funktion des Anus einwirken.

Endlich münden die Ambulakralrinnen der Cystideen nicht in die seitlich stehende Ovarialöffnung, sondern in die, wie bei den Pentacrinen scheitelständige Mundöffnung.

Hr. E. Billings [1]), dem die Wissenschaft die Kenntniss vieler neuer, mit Armen versehener Cystideen verdankt, hat sich der Meinung unseres hochgeschätzten Freundes De Koninck angeschlossen, weil die Gegenwart der Arme eine Genitalöffnung am Kelche unnöthig mache. Da nun, so lange die Scheitelöffnung nach Analogie der lebenden Crinoideen als gemeinschaftliche Mund- und Ambulakralöffnung galt, für das durch die Arme überflüssig gewordene Buch'sche Organ keine Funktion übrig blieb, bei den palaeozoischen Crinoideen aber die Ambulakren der Arme durch 5, 10, 20 und mehr Oeffnungen direkt in das Innere des Kelches dringen, ohne mit dem als Mund geltenden, bald centralen, bald mehr seitlichen Organe des ventralen Perisoms irgend zu communiciren, — so entschloss sich Billings, diese Funktionen bei den Cystideen in gleicher Weise zu trennen, die erste nach De Koninck's Vorgange in die frühere Ovarialöffnung und die zweite in die Scheitelöffnung zu verlegen. «Positiv ausgemacht», sagt er [2]), «ist jetzt, dass die Scheitelöffnung den «Austritt der Ambulakralgefässe der Arme und Pinnulae aus der innern Leibeshöhle ver«mittelt. Es ist aber nicht der geringste Beweis da, ausgenommen die entfernte «(?)» «Analogie, welche die Seesterne und lebenden Crinoideen darbieten, dass diese Oeffnung «der Mund sei. Es sei daher rathsamer, sich in der Wahl des Namens durch irgend einen «bekannten Charakter leiten zu lassen, als zum Unbekannten seine Zuflucht zu nehmen».

Gesetzt den Fall, die Gegenwart der Arme wäre wirklich mit einer Genitalöffnung am Kelche unverträglich, worüber wir indessen schon unsere bescheidenen Zweifel ausgesprochen haben, so können wir weder den Kaiserschnitt, den Billings vorgenommen hat, noch die Gründe, die ihn dazu bewogen haben, billigen. Denn, ist es ausgemacht, dass die Cystideen zu den Crinoideen gehören, so wüssten wir nicht, was uns bewegen sollte, bei Beurtheilung der Analogien, den fossilen Brachiaten, über deren Organe noch viel mehr Unsicherheit herrscht, als selbst bei den Cystideen, den Vorzug vor den lebenden zu geben.

Wer bürgt uns denn dafür, dass die Oeffnung am ventralen Perisoma der fossilen Crinoideen wirklich der Mund sei? Dass Alle darüber einig sind, wie Billings meint, ist uns kein Beweis; auch haben wir bereits bemerkt, dass J. Hall diese Oeffnung bei Caryocrinus nicht für den Mund hält, eine Meinung, die uns so richtig scheint, dass wir nicht anstehen, dieselbe auf alle palaeozoischen Crinoideen auszudehnen; denn der Mangel von Ambulakralrinnen am Kelche, zwischen dieser Oeffnung und den Armen, ist der Idee eines Mundes

1) On the Cystideae of the lower Silur. Rocks of Canada Geol. Survey of Canada. Decade III Montreal 1858). p. 9.

2) l. c. p. 31.

durchaus nicht günstig. Ist nun diese Oeffnung nicht der Mund, sondern ein Genitalorgan, oder Anus, so erscheint die von Billings vorgenommene Trennung um so weniger gerechtfertigt, als eine Verbindung zwischen den den Kelch durchbohrenden Ambulakren und dem unter dem Perisome verborgenen Munde in gleicher Weise bestehen konnte, wie das Hurley[1]) bei *Actinocrinus rugosus* und Lovén bei *Hyponome Sarsi*[2]) nachgewiesen hat.

Wenn nun Hr. Billings sagt[3]), es sei nicht der geringste Beweis da, dass die Scheitelöffnung der Cystideen der Mund sei, — so können wir das nur dadurch erklären, dass das Vorurtheil, in dem er gegen die lebenden Crinoideen befangen war, ihn verhinderte, die von uns beigebrachten und von J. Müller bestätigten Beweise so zu würdigen, wie sie es verdienten. Der Hauptbeweis aber ist, dass die Ambulakren der Arme, welche doch die Nahrung zum Munde geleiten, in die scheitelständige Oeffnung münden, und nicht in das seitliche, von Buch als Ovarialöffnung gedeutete Organ[4]).

In einer Abhandlung über *Leskia mirabilis*[5]) ist endlich auch Prof. S. Lovén gegen v. Buch's Deutung aufgetreten, indem er nicht nur die Ovarialöffnung für den Mund, — sondern auch den bisherigen Anus für ein äusseres Geschlechtsorgan erklärte. Weder das eine, noch das andere können wir aber zugeben.

Die erste Annahme gründet Lovén auf die grosse Aehnlichkeit, welche der Mund der Leskia mit der Klappenpyramide der Cystideen darbietet, welche auch schon dem Stifter der Gattung, Gray[6]), aufgefallen war. Obgleich indessen sowohl die Abbildung Gray's[7]) als die Skizze Lovén's (l. c. p. 4 fig. 1) diese Aehnlichkeit in auffallender Weise bestätigt, so lassen sich doch auch Unterschiede nachweisen, welche der Annahme einer Identität beider Organe entgegen sind. So ist der Mund der Leskia von einem Peristoma umgeben und die Basen der Dreiecke, aus denen die Pyramide besteht, zeigen einspringende Winkel; — beides aber fehlt den Cystideen. Der Hauptgrund gegen Lovén's Meinung scheint uns aber darin zu liegen, dass seine Analogie nicht von lebenden Crinoideen, sondern von einer Echinodermenklasse hergenommen ist, welche von dem Organisationsplane der ersteren

---

1) Billings l. cit. p. 27.

2) Ann. and Mag. of nat. hist. Sept. 1869.

3) l. c. p. 31.

4) Anmerkung. Wir müssen auf einen sinnentstellenden Fehler aufmerksam machen, der sich in die Uebersetzung einer nach J. Müller citirten Stelle (Bill. p. 36) eingeschlichen hat. Müller sagt (Abh. der Berl. Akad. 1854 p. 175): «die radiale Anordnung der Platten bei «Cystideen beginnt erst am Munde als Mundarme, de«ren Ambulakralrinnen indessen zum Munde «führen und nicht minder als die gegliederte «antiambulakrale Seite der Arme, den allge«meinen Plan der Echinodermen kund geben».

Die mit gesperrter Schrift gedruckten Worte heissen in der Uebersetzung: whose ambulacral grooves however lead to the mouth, and, like the articulated antambulacral surface of the arms, present *no traces of* the general plan of the Echinoderms.

Das ist gerade das Gegentheil von dem, was Müller gesagt hat. Die Worte «*no traces of*» müssen gestrichen werden, um den richtigen Sinn herzustellen.

Auch bemerken wir bei dieser Gelegenheit, dass die Comatulen nach dem Zeugnisse Müller's (Pentacr. p. 11) nicht mit dem Munde nach unten kriechen, wie das Billings (l. c. p. 32) angiebt, sondern beim Schwimmen den Mund nach oben halten, wie es den Crinoideen zukommt.

5) Om *Leskia mirabilis Gray.* (Öfversigt af Kongl. Vetensc. Akad. Förhandlingar. 1867. № 5).

6) Ann. and Mag. of nat. hist. 2d Series 1851. VII, p. 134.

7) Catalogue of the recent Echinidae or Sea-eggs in the collection of the Brit. Mus. 1855 p. 63. Tab. IV, fig. 4.

wesentlich verschieden, ja demselben diametral entgegengesetzt ist. Wo es sich nun um ein anerkanntes Crinoid handelt, da scheint uns die Berufung auf den Mund eines Spatangoids eben so wenig gestattet werden zu können, wie auf die fünftheilig-runde Pyramide des Echiniden-Gebisses. Echiniden sind frei bewegliche Thiere, die ihre Nahrung am Meeresgrunde suchten und desshalb den Mund auf der Unterseite hatten, während Crinoideen, mochten sie nun frei, oder auf einem Stiele festgewurzelt gewesen sein, den Mund immer nach oben gerichtet hatten und nur durch Hülfe der Ambulakren ihrer Arme ihre Nahrung zum scheitelständigen Munde geleiten konnten.

Die zweite Annahme entwickelt Lovén bei Gelegenheit der an Leskia angeknüpften Beschreibung von *Echinus pomum* Gyll. (*Sphaeronites His.*), welche um so willkommener ist, als die Kenntniss dieser Gattung seit Gyllenhal (1772) keinerlei Fortschritte gemacht hat. Angelin's Angabe, dass dieses Thier keinen Stiel gehabt habe und sich nur vermöge einer Haftfläche an Klippen festsetzen konnte, stimmt mit unsern Erfahrungen bei Echinosphaerites überein; nur haben wir hier eine Stielöffnung constatirt, die von 4, 6 und mehr Beckentäfelchen begrenzt wird und so eine Verbindung mit dem Inneren des Kelches herstellt[1]). Den Stiel selbst haben auch wir niemals gefunden. Dieser Stielöffnung oder Haftfläche gerade gegenüber liegt die Ambulakralumgebung. Die Scheitelöffnung ist leider nicht erhalten, ihre Lage aber durch fünf feine zu ihr convergirende Rinnen angedeutet. Diese Rinnen laufen zu 5 Armen aus, deren Basen allein erhalten sind und einen Kreis bilden, der auf ein Fünftel seines Umfanges nach unten offen ist und hier an das pyramidale Organ grenzt, welches Lovén für den Mund hält. Zwischen diesem und dem Ambulakralkreise, auf der linken Seite, ist ein kreisrundes Organ, welches Lovén als ein äusseres Geschlechtsorgan deutet. Gut erhalten soll dieses Organ konisch sein, mit gerundeter, aber nicht offener Spitze; auf der Lovén'schen Skizze (pag. 4 Fig. 5) ist dasselbe nur als kleiner, innen mit zwei Poren versehener Kreis dargestellt.

Da nun die gegenseitige Stellung dieser Organe bei *Echinosphaerites aur.* ziemlich analog ist, — auch bei allen Stücken des letzteren Fossils, die Lovén sah, der Anus so beschaffen war, dass er eher das Ansehen eines abgebrochenen, vorragenden Theiles verrieth, so meint er, dass auch hier der Anus richtiger als äusseres Geschlechts-Organ zu deuten sei; — mit dem Zusatze, Volborth's Zeichnung scheine treu zu sein, gäbe aber nicht volle Gewissheit über das Vorhandensein der «drei Klappen», welche den Anus schliessen sollen[2]).

Die Analogie in der gegenseitigen Stellung der Organe können wir schon desshalb nicht zugeben, weil die vermeintliche Geschlechtsöffnung bei *Echinus pomum* Gyll. links, der Anus bei *Echinosphaerites aur.* aber sich rechts von dem Buch'schen Organe befindet. Auch haben wir an Hunderten von Exemplaren des letzteren Fossils, welche zum Theil in Thon eingebettet waren und durch Wasser leicht gereinigt werden konnten, — wo also von einem Abbrechen eines vorragenden Theiles nicht die Rede sein konnte — den Anus immer genau

1) Volb. Sphaeroniten. 1346. Tab. IX fig. 14, 15 u. 16. | 2) Volb. Sphaeroniten. Tab. IX. fig. 9.

so befunden, wie wir ihn haben abbilden lassen, und können also für die Genauigkeit, mit welcher der Künstler die 3 Schlussklappen wieder gegeben hat, einstehen.

Solchen Thatsachen gegenüber möchte es doch wohl gerathener sein, die Geschlechtsöffnung vielmehr als Anus zu betrachten, und das um so mehr, als man dann zu dem überraschenden Resultate kommt, dass *Echinus pomum* Gyll. zu Glyptosphaerites gehört, von dem er kaum specifisch zu unterscheiden sein möchte.

In der That, nehmen wir an, dass die abgebrochene vertiefte Area (*d* der Lovén'schen, bei uns auf Fig. 1 kopirten Skizze), zu der 5 Rinnen convergiren, der pyramidale Mundverschluss unseres Glyptosphaeriten; — dass in *a* das Buch'sche Organ und in *b* der Anus gewesen sei, — so haben wir den *Glyptosphaerites Leuchtenbergi nob.* vor uns.

Eine kaum zu erwartende und desto willkommnere Bestätigung unserer Ansichten liefert uns endlich *Hyponome Sarsi*[1]) Lov., eine schon erwähnte, am Cap York in der Torres Strasse gefischte Cystideen-Art, deren Haupcharaktere wir nach Lovén mittheilen: Von der Mitte der convexen, ventralen Seite dieses merkwürdigen Echinoderm's strahlen fünf schmale, durch Saumplättchen geschützte Rinnen nach den fünf kurzen, breiten Radien der Peripherie, gabeln sich 3 mal und geben kleine, kurze Zweige nach gewissen in bestimmter Entfernung befindlichen, warzigen Erhabenheiten. Wie bei den lebenden Crinoideen erhebt sich ein grosses, konisches Afterrohr in einem der interradialen Räume, zwischen zwei Ambulakralrinnen. Die Rinnen sind auf den Radien offen, auf der Scheibe aber, vom Mittelpunkte bis zur ersten Bifurkation, schliessen sich die Saumplättchen über den Rinnen zu bedeckten Gängen, die in den vom äusseren Perisoma bedeckten und daher von aussen nicht sichtbaren, subcentralen Mund dringen. Der übrige Theil der ventralen Seite ist mit kleinen, irregulären, weisslichen Schuppen dicht besetzt, zwischen welchen an gewissen Stellen je 5 bis 6 grössere Täfelchen sich zu Rosetten ordnen. In dem bedeckten Theile der Rinnen fanden sich Reste von mikroskopischen Crustazeen und Bivalvenlarven, die dem Thiere zur Nahrung gedient hatten.

Lovén bemerkt sehr richtig, dass ähnliche kleine Abzweigungen zu warzigen Erhabenheiten auch bei fossilen Cystideen, *Glyptocystites* Bill. und *Glyptosphaerites* Volb. et Müll. vorkommen. Noch näher verwandt sind die Protocriniten[2]), welche ausser den Warzen auch noch eine Ueberbrückung der Rinnen und des Mundes mit kleinen Täfelchen zeigen, ganz wie das bei Hyponome der Fall ist. Ein in dieser Hinsicht sehr lehrreiches Exemplar ist Fig. 2 abgebildet worden.

Die zu Rosetten geordneten grösseren Täfelchen am ventralen Perisoma glauben wir als Genitalorgane deuten zu müssen. Es ist dies zwar zur Zeit nur eine Hypothese; sie hat aber vor der Buch'schen den Vorzug, dass weitere Forschungen an lebenden Individuen

1) S. Lovén, note on *Hyponome Sarsi*, a recent Cystidean. (Ann. and Mag. of nat. hist. № XXI. Sept. 1869).

2) Volb. Sphaer. Tab. X. Fig. 8 u. 9.

möglicherweise zur Entdeckung von Saamen und Eiern in den Rosetten führen könnten, was bei fossilen Cystideen niemals zu erwarten ist.

Von besonderem Interesse war uns aber die Auffindung von Nahrungsresten im bedeckten Theile der Ambulakralrinnen. Diese Thatsache schien uns schlagend zu beweisen, dass die von Billings vorgeschlagene und von Lovén gebilligte Trennung des Mundes von der Ambulakralöffnung nicht in der Natur begründet ist, — dass das Buch'sche Organ nicht der Mund sein könne, weil die mit Nahrungsresten erfüllten Rinnen in die Scheitelöffnung münden, — und dass endlich der Mund ohne Zweifel im Scheitel sein müsse, wie das auch bei lebenden Crinoideen jederzeit der Fall ist.

Wir wenden uns jetzt zur Beschreibung der angekündigten neuen Crinoideen-Formen.

Achradocystites Grewingkii nob. Fig. 3 bis 10.

Obgleich ein Theil im Gesteine verborgen, ein anderer mit dem Scheitel weggebrochen ist, so spricht die vorhandene Ovarialöffnung entschieden für die Cystideen-Natur dieses Fossils, dessen Täfelchen aber so sehr von Allem abweichen, was bisher bei den Cystideen bekannt war, dass die Aufstellung einer neuen Gattung nöthig wurde. Nach der Aehnlichkeit mit einer Feldbirne haben wir zur Bezeichnung den Namen «Achradocystites»[1]) gewählt, und erlauben uns, die einzige Art derselben Professor Dr. Grewingk in Dorpat zu widmen, dem die Wissenschaft diesen interessanten Fund verdankt.

Der birnförmige Kelch (Fig. 3) ist oben aufgebläht und verjüngt sich rasch zum Stiele. Seine Länge beträgt 32 mm, seine grösste Breite am aufgeblähten Pole 25 mm. Er besteht aus lauter polygonalen, oft fast runden Täfelchen von sehr verschiedener Grösse. Das Wachsen desselben scheint dadurch bedingt gewesen zu sein, dass sich kleinere Täfelchen zwischen die grösseren hineinschoben (Fig. 9). Bei einer Dicke von $1\frac{1}{4}$ mm. variirt der Durchmesser der Täfelchen von 1 bis $3\frac{1}{2}$ mm. Es kommen 4-, 5-, meist 8eckige, aber auch 15eckige, sich schon mehr der Kreisform nähernde Täfelchen vor. Die äussere Fläche der Täfelchen ist anders beschaffen, als die innere.

Von aussen gesehen (Fig. 5) gleichen sie auffallend kleinen Rädchen, deren Peripherie aber wegen der etwas hervorstehenden, durch brückenartige Leisten mit einander verbundenen Ecken, nicht ganz rund wie die Schiene eines Rades, sondern nach der Zahl der Ecken vieleckig ist. Von einer kleinen, centralen, glatten Scheibe strahlen zu jeder der peripherischen Ecken den Speichen eines Rades vergleichbare Leisten aus, zwischen denen ansehnliche dreieckige Poren in's Innere führen. Von diesen Poren sind einige zuweilen verwachsen, oder durch Gangmasse verstopft; immer aber entspricht die Zahl der Speichen genau der Zahl der vorhandenen Ecken.

---

1) Von ἀχράς, Feldbirne.

Von innen gesehen (Fig. 6) gleichen die Täfelchen Kammrädern, indem sie flache, an der Peripherie gezähnte Scheiben darstellen. Die Zähne sind ziemlich dick, stumpf abgerundet und durch Zwischenräume, die ihrer eigenen Breite gleich kommen, von einander getrennt. Zähne und Zwischenräume steigen, ihre Breite beibehaltend, durch die ganze Dicke des Randes der Täfelchen, von der innern zur äusseren Seite hinan (Fig. 7), wo die ersteren mit den Ecken der äusseren Seite, deren direkte Fortsetzung sie sind, verschmelzen, während die zu Kanälen umgewandelten Zwischenräume nur bis zu den brückenartigen Leisten reichen, welche die Ecken verbinden, um hier in die Poren der äusseren Seite zu münden. Die Zahl der Kammradzähne correspondirt mithin genau mit der Zahl der Ecken und Speichen der äusseren Fläche. Der äussere Rand der Täfelchen erhält durch die durch Kanäle getrennten Balken, zu denen sich die Zähne verlängern, ein zierliches, gefälteltes Ansehen, wie das Fig. 10 sehr gut dargestellt ist.

Was die Art und Weise anlangt, wie die Täfelchen an einander gereiht sind, so glaubten wir Anfangs, dass hierbei die Zähne des einen Täfelchens in die Kanäle der benachbarten eingriffen; — bei genauerer Prüfung fand sich jedoch, dass Zahn gegen Zahn und Kanal gegen Kanal steht (Fig. 10). Indem nun auf diese Weise zwei gegenüberliegende Kanäle sich an einander legen, so entstehen gegen einen halben Millimeter weite Röhrchen, vermittelst welcher das durch die äusseren Poren einströmende Wasser in immerwährender Verbindung mit dem Inneren des Kelches war. Wir mussten davon abstehen, die Zahl der Poren auch nur annähernd zu bestimmen, — sie muss aber mehrere Tausend betragen und somit als eins der mächtigsten Respirationsorgane bei den Cystideen betrachtet werden.

Die Ovarialöffnung (Fig. 4) am aufgeblähten Pole, in natürlicher Grösse abgebildet, wird von sieben dreieckigen, etwas gewölbten Klappen geschlossen, deren Spitzen nach dem etwas vertieften Centrum herabgebogen sind.

Von dem Becken des Kelches hat sich nur ein 2 mm. hoher, am Stiele sitzender Theil (Fig. 3) erhalten. Durch seine ebene, glatte Beschaffenheit unterscheidet er sich wesentlich von den so charakteristischen Täfelchen des übrigen Kelches; lässt aber auch bei starker Vergrösserung kaum Spuren von Nähten entdecken. Da indessen die vordere Wand des Kelches nahe am Stiele abgebrochen ist, so hofften wir, durch Aufräumung der inneren Seite des Beckens und seines Ueberganges in den Nahrungskanal des Stieles, mehr Licht zu erhalten; indessen war auch hier über die Nähte keine Gewissheit zu erhalten; die rundliche, zwei Millimeter breite, untere Oeffnung des Beckens scheint aber die Annahme von fünf Basalien zu rechtfertigen, worüber freilich erst weitere Funde werden Gewissheit ertheilen können.

Der Stiel (Fig. 3), von dem ein 30 mm. langer Theil erhalten ist, ist vollkommen rund und verjüngt sich nach unten, wo er 2 mm. schmäler ist als oben am Kelche. Die einzelnen Glieder desselben sind so dünn, dass ihrer 4 bis 5 auf ein Millimeter gehen; ihre Artikulationsflächen (Fig. 8) zeigen strahlige Streifung vom centralen, rundlich fünfeckigen Nahrungskanale bis zur Peripherie.

Fundort. Das einzige, hier beschriebene Exemplar ist nicht anstehend, sondern in einem Geschiebe bei Kersel in Ehstland gefunden worden, und in Grewingk's Geologie Liv- und Kurlands (Dorpat 1861 p. 184) zuerst angekündigt worden als neue Species von Echinosphaerites. Auf ein und demselben Handstücke haben wir *Echinosph. aur.*, *Orthisina ascendens*, *Hemicosmites pyriformis* und *Coccinium proavus* erkannt, was dafür spricht, dass dieses Geschiebe aus der nördlich von Kersel gelegenen Wesenberger Schicht stammen möchte.

Cystoblastus Leuchtenbergi[1]) nob. Fig. 11 bis 16.

Der Kelch stellt eine kleine polyedrische Kugel dar, deren Durchmesser in allen Richtungen nicht über 13 mm. beträgt. Bis auf die zu den Lebensverrichtungen nöthigen Oeffnungen wird er ringsum von 18 in 4 Kreisen über einander gelagerten Täfelchen geschlossen, zwischen welche vom ventralen Scheitel aus 5 Pseudambulakralfelder eingeschoben sind. Während der Scheitel sehr schön erhalten ist, lieferte der etwas gerollte, dorsale Kelchtheil zwar keine Data zur Beurtheilung der äusseren Skulptur, erwiess sich aber um so günstiger zur richtigen Deutung der Gestalt und Anordnung seiner Täfelchen.

Die durch die radiale Bildung des Scheitels nahe gelegte Beziehung zu den Pentremiten stimmt indessen weder mit der Zahl, noch mit der Anordnung der Täfelchen überein; — vollends unzulässig erwies sie sich durch die Constatirung von Organen (einer Genitalöffnung und zahlreicher Poren), welche der Organisation der Blastoideen ganz fremd, desto charakteristischer aber für die Cystideen sind. Ein Blick auf die von uns gegebene Zerlegung der Täfelchen (Fig. 11) wird diese höchst merkwürdige Vereinigung der Charaktere zweier im Systeme bisher streng geschiedenen Crinoideen-Gruppen[2]) noch deutlicher machen und den von uns gewählten Namen «Cystoblastus» rechtfertigen.

Unten umgeben 4 zu einem Pentagon zusammengefügte Basalia die ansehnliche, im Grunde drehrunde, am äusseren Umfange viereckige Stielöffnung. Wir müssen auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam machen, dass dieser Basalkreis durchaus identisch ist mit dem Becken der zu den Cystideen gehörigen Echino-Encrinen, sowohl in der Gestalt und bilateralen Anordnung seiner Täfelchen, als in der Beschaffenheit der zwischen denselben befindlichen Stielöffnung.

Der zweite aus 5 Täfelchen bestehende Kreis verhält sich ebenfalls ganz wie der zweite Kreis der Echino-Encrinen, indem je 2 symmetrisch gegenüberstehende Täfelchen mit den Basalien alterniren, während das fünfte im unpaaren Radius befindliche Täfelchen auf einem Basaltäfelchen des ersten Kreises direkt aufliegt und schon zur Begrenzung der Ovarial-

1) Diese Notiz erschien ursprünglich in russischer Sprache in dem von der Kaiserl. Miner. Ges. zu St. Petersburg zur Feier ihres 50jährigen Bestehens publicirten Jubelbande. (Сборникъ etc. 1867 pag. 666).

2) Bronn, Klassen u. Ordnungen des Thierreichs etc. 1860. Band II p. 179.

öffnung beiträgt. Der einzige Unterschied besteht darin, dass diese Täfelchen bei Cystoblastus sich schon in der Richtung der Radien ordnen und somit wahre Radialia werden, während sie bei Echino-Encrinus Parabasen sind. Entscheidend für den Cystideen-Charakter dieser beiden Kreise ist endlich, ausser der Ovarialöffnung Fig 11 *x* u. 14 *x*, die Gegenwart zweier Porenrauten, welche ihrer Beschaffenheit und Stellung nach ganz mit denselben Organen der Echino-Encrinen übereinstimmen (Fig. 15).

Dagegen ist der Blastoideen-Typus in den nächsten Täfelchen um so deutlicher ausgeprägt, indem der dritte Kreis den Gabelstücken, der vierte aber den Deltoïdstücken ganz analog gebildet ist. Dieser Uebergang scheint jedoch nur auf Kosten der Regularität zu Stande gebracht worden zu sein, indem den 5 Gabelstücken nicht 5, sondern 4 Deltoïdstücke entsprechen, in Folge dessen in 4 Interradien die Gabelstücke durch ein eingeschobenes Deltoïdstück getrennt werden, während in fünften Interradius zwei Gabelstücke einander unmittelbar berühren (Fig. 14 bei *e*). An der äussersten Spitze der an einander grenzenden Gabelzacken in diesem irregulär gebildeten Interradius ist eine kleine Oeffnung bemerkbar, die wir als anus deuten (Fig. 14 bei *z*). An der Begrenzung der Genitalöffnung betheiligen sich, ausser dem schon erwähnten Radialtäfelchen, noch ein Gabel- und ein Deltoïdstück. Der Klappenverschluss der Genitalöffnung hat sich nicht erhalten. Uebrigens behauptet sich auch hier noch ein wichtiger Cystideen - Charackter bis in die nächste Nähe des Mundes, indem zahlreiche Poren sowohl die Zacken der Gabelstücke, als auch die Deltoïdstücke durchbohren.

Während die bisher beschriebenen, den Uebergang des bilateralen in den radialen Typus erläuternden 4 Kreise alle dem dorsalen Pole angehören, wird der ventrale Kelchpol nur durch den centralen Mund und die von demselben ausstrahlenden 5 Pseudambulakralfelder repräsentirt, welche dem leistenförmig erhöhten inneren Rande der Ausschnitte in den Gabelstücken genau eingefügt sind. Diese in der Nähe des Mundes dicht an einander grenzenden Pseudambulacra sind auf die obere Hälfte des Kelches beschränkt; sie nehmen vom Scheitel nach dem Grunde der Gabelausschnitte an Breite ab und zeigen im Ganzen einen der Roemerschen Lanzettschicht der Pentremiten analogen Bau. Durch eine mit dem centralen Munde communicirende ansehnliche Rinne werden sie ihrer ganzen Länge nach in zwei Hälften getheilt, deren jede bei starker Vergrösserung aus 6 bis 7 Porenstücken besteht, die mit denselben Organen der entgegengesetzten Hälfte alterniren und auch Supplementar-Porenstücke in nicht näher zu bestimmender Zahl zu besitzen scheinen. Zwischen je zwei an einander grenzenden Porenstücken ist eine ziemlich ansehnliche Vertiefung bemerklich, die durch eine Zweigrinne mit der Hauptrinne communicirt und im Grunde von einem Porus durchbohrt zu sein scheint. Jede Seite der Lanzettschichten zeigt 6 bis 7 solcher Eindrücke, die mit der Vertiefung der anderen Seite eben so alterniren wie die Porenstücke selbst. Nach Analogie der Pentremiten sind diese Eindrücke als Einlenkungspunkte für Gliederfäden zu betrachten, welche sich zwar nicht erhalten haben, deren Zahl aber in allen 5 Radien sich auf 60 belaufen haben muss. Auf dem Grunde der die Pseud-

ambulakren-theilenden Hauptrinne und ihrer Abzweigungen zu den Vertiefungen bemerkt man bei starker Vergrösserung sehr zarte, zusammenhängende Furchen, welche den Verlauf von ernährenden Gefässen zu den Gliederfäden anzuzeigen scheinen.

Von den zum centralen Munde convergirenden 5 Hauptrinnen schliessen je 2 die ungleichnamigen (rechten und linken) Lanzettstückhälften zweier benachbarter Pseudambulakren ein. Gerade über den Spitzen der Deltoïdstücke stossen diese Hälften zusammen, um sich vereint zum länglich-fünfstrahligen Munde abzudachen, dessen Rand sie mit mehr oder weniger spitzen Zacken umgeben. Hier hört aber die bisherige Uebereinstimmung mit den Pseudambulakren der Blastoideen auf; denn diese Zacken, welche bei Pentremites die Träger zahlreicher Genitalporen und damit zusammenhängender spatelförmiger Fortsätze sind, verhalten sich bei Cystoblastus ganz anders; die genannten Organe fehlen hier — sie waren auch nicht einmal zu erwarten, da die Gegenwart einer einfachen, grösseren Ovarialöffnung sie ganz überflüssig machte.

Die schon beiläufig erwähnten Poren stellen nicht sowohl runde Oeffnungen, als schmale, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ mm. lange Schlitze dar. Je nachdem sie der unteren oder oberen Kelchhälfte angehören, zeigen sie eine verschiedene Anordnung.

An der Basis bilden sie zwei an einander grenzende Rauten, an deren Bildung, ganz wie bei den Echino-Encrinen, das vordere im Azygos-Radius befindliche Basale und zwei Radialia Theil nehmen. Die mit der rechten und linken Grenze des Basaltäfelchens zusammenfallenden längeren Diagonalen dieser Rauten theilen jede derselben in 2 gleiche Dreiecke, gegen deren gemeinschaftliche Basis die parallel herablaufenden Poren der beiden gegenüberliegenden Seiten senkrecht gestellt sind. Wie bei den Echino-Encrinen sind diese Poren oder Schlitze im Inneren der Täfelchen mit den gegenüberliegenden durch Kanäle verbunden und dringen selbst über die Dicke der Täfelchen hinaus tief in's Innere des Kelches. Sie scheinen den Branchien ähnliche, aus parallelen Blättern bestehende Respirationsorgane zu bilden, die durch die Schlitze mit dem umgebenden Wasser in immerwährender Berührung waren. Diese Rauten unterscheiden sich aber von denen der Echino-Encrinen durch ihre mehr lang gestreckte Gestalt und dadurch, dass sie trotz ihrer geringeren Grösse viel zahlreichere Poren enthalten, was theils durch die dichtere Stellung erklärt wird, theils dadurch, dass die Schlitze hier bis an die äussersten Enden der längeren Rautendiagonale reichen, wo sie in einander übergehen, was bei Echino-Encrinus nicht der Fall ist. Während beide Rauten bei Echino-Encrinus kaum 40 Schlitze zeigen, beläuft sich diese Zahl bei Cystoblastus auf 100. Zur Erläuterung dieser Verhältnisse haben wir Fig. 15 und 16 die basalen Rauten von Cystoblastus und Echino-Encrinus neben einander dreimal vergrössert abbilden lassen.

Eben solche, aber noch viel zahlreichere Poren sind auf der oberen Kelchhälfte in den Interradien vertheilt, wo sie sich auf den Gabelstücken und Deltoïdstücken zwar nicht zu Rauten, aber doch auch zu regelmässigen, nach unten offenen Dreiecken ordnen. An den Gabelstücken verlaufen sie von der Spitze der Zacken zum Grunde der Ausschnitte und

umgeben die letzteren mit einem zierlichen Porensaume. An den Deltoïdstücken, welche von der Spitze bis auf zwei Drittel ihrer Länge durch eine vorspringende Leiste in zwei Theile getheilt werden, bilden sie rechts und links von der Leiste herablaufende Porenreihen, welche mit den gegenüberstehenden Poren der Gabelstücke genau correspondiren, und zwar so, dass die oberen 5 bis 6 Poren beider Seiten in einander übergehen. Diese Vertheilung veranlasst in den Interradien eine ganz neue, bisher nicht bekannte Anordnung der Poren, indem dieselben sich zu einem Netze von nach oben unter 25° zugespitzten Winkeln verbinden. Jeder der 4 mit Deltoïdstücken versehenen Inter-Radien enthält zwei solcher Winkel, welche durch die Leisten der Deltoïdstücke von einander gesondert sind; der fünfte irreguläre Interradius hingegen, dem das Deltoïdstück fehlt, zeigt nur ein einziges Dreieck, dessen Winkel fast 60° beträgt, in welchem mithin die Poren zweier benachbarter Gabelstücke mit einander direkt correspondiren. Da nun im Ganzen neun solcher aus Poren gebildeter Winkel oder nach unten offener Dreiecke in den 5 Interradien befindlich sind, wovon ein jedes gegen 50 Poren enthält, so giebt das eine Zahl von 450 Poren für die obere Kelchhälfte; rechnet man die 100 Poren der zwei Basalrauten dazu, so steigt diese Zahl bis auf 550, was für den kleinen, nur 13 mm. im Durchmesser zeigenden Kelch gewiss ein sehr auffallendes Quantum ist.

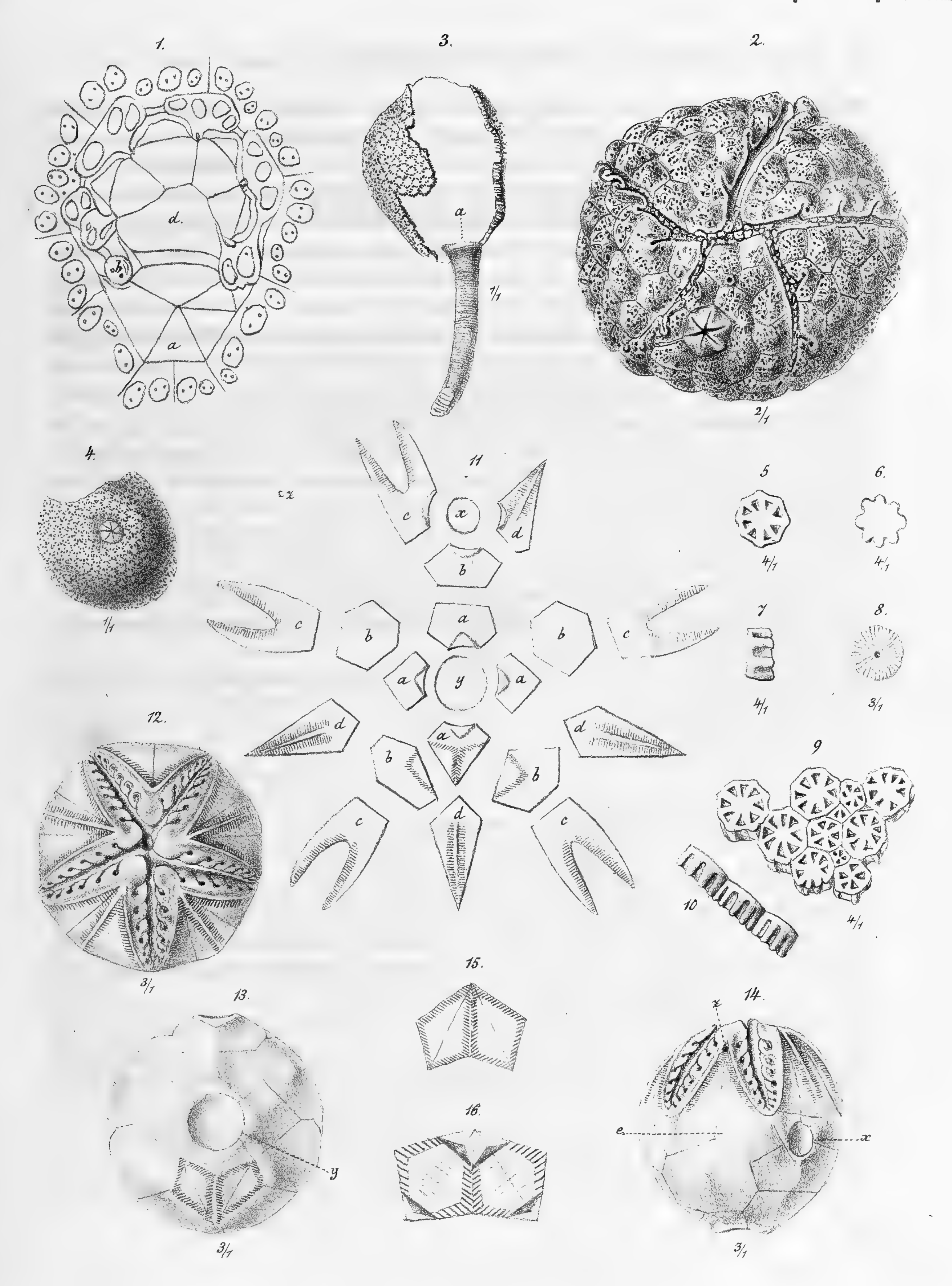
Obgleich der Stiel dieses neuen Crinoids sich nicht erhalten hat, so ist seine Gegenwart durch die zu seinem Ansatze vorhandene, dem Munde diametral entgegengesetzte Oeffnung (Fig. 13) ausser allen Zweifel gesetzt.

Fundort. Die untersilurischen Steinbrüche von Katlino, ein paar Werst westlich von Pawlowsk.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Skizze des Scheitels von *Echinus pomum* Gyll., Copie nach Lovén. *a*) Ovarialöffnung. *b*) Anus. *d*) Wahrscheinliche Lage des Mundes.

2. *Protocrinites oviformis* Eichw., zwei Mal vergrössert, mit der Ovarialöffnung, der mit kleinen Täfelchen geschlossenen Mundöffnung und dem zwischen diesen Organen befindlichen Anus.
3. *Achradocystites* Grewingkii *nob.* mit dem Stiele, in natürlicher Grösse. *a*) Ein Theil des Beckens.
4. Derselbe mit der Ovarialöffnung.
5. Ein Täfelchen desselben von aussen, vergrössert.
6. Dasselbe von innen.
7. Dasselbe von der Seite.
8. Ein einzelner Ring des Stieles, vergrössert.
9. Ein Aggregat von grösseren und kleineren Täfelchen, vergrössert.
10. Drei an einander gereihte Täfelchen von der Seite und vergrössert.
11. Zerlegung der Täfelchen von Cystoblastus, vergrössert.
    - *a*) Basalkreis.
    - *b*) Radialkreis.
    - *c*) Gabelstücke.
    - *d*) Deltoïdstücke.
    - *x*) Ovarialöffuung.
    - *y*) Stielöffnung.
    - *z*) Afteröffnung.
12. Ansicht des Kelches vom ventralen, oberen Pole, mit der centralen Mundöffnung und den von ihr ausstrahlenden 5 Pseudambulakren.
13. Derselbe vom unteren dorsalen Pole aus, mit der Stielöffnung (*y*).
14. Derselbe von der Seite des unpaaren Interradius, wo zwei Gabelstücke (bei *e*) ohne Vermittelung eines Deltoïdstückes, an einander stossen. $x =$ Ovarialöffnung, $z =$ Afteröffnung.
15. Die unteren Porenrauten vou Cystoblastus.
16. Dieselben Organe von Echino-Encrinus.



W. Pape nach d. Natur auf Stein gez.

Lith. A. Münster, W. O. 2 L., 7.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE
TOME XVI, N° 3.

UNSERE KENNTNISSE
ÜBER
DEN FRÜHEREN LAUF DES AMU-DARIA.

VON
Dr. **R. Lenz.**

Mit 2 Karten.

Présenté le 13 Janvier 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg,	à Riga,	à Leipzig,
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 25 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Octobre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Ueber den früheren Lauf des *Amu-Daria*, des *Oxus* der Griechen und Römer, des *Djihun* der orientalischen Geographen, ist viel geschrieben worden und würde eine kritische Zusammenstellung der gesammten, hierher einschlagenden, Literatur einen starken Band bilden. In der That giebt es wohl kaum ein zweites Flusssystem der Welt, welches so viele Gelehrte verschiedener Zweige des menschlichen Forschens zum Gegenstande ihrer Untersuchungen gemacht haben: der Hellenist wie der Orientalist, der Historiker wie der Geograph, der Geologe wie der Ethnograph, sie alle haben ihren Scharfsinn an der Frage über den alten Lauf des Oxus geprüft; ein grosser Aufwand von Fleiss und Kraft ist angewandt; Traditionen der verschiedensten Völker: Griechen, Römer, Orientalen, Chinesen, sind zusammengetragen; die Berichte Reisender verschiedenster Nationalitäten sind durchsucht worden, stets zu dem einen Zwecke, Kunde über den alten Lauf des Oxus zu erhalten.

Wenn wir jedoch nach den Resultaten fragen, welche durch diese Untersuchungen erzielt worden sind, so müssen wir gestehen, dass trotz der grossen Meister, die an dieser Frage gearbeitet haben, das Resultat der Mühe nicht entspricht, dass der Gegenstand noch lange nicht erschöpft ist, von den verschiedenen Ansichten keine mit Sicherheit aufrecht erhalten werden kann, ja wir werden sogar, bei sorgfältiger Prüfung der Sache, zu der Ueberzeugung gelangen, dass, Angesichts der widersprechendsten Zeugnisse über den Lauf des Amu-Daria, die Frage auf dem bisher eingeschlagenen Wege der Forschung nicht zur Lösung gebracht werden kann.

Wenn auf die Frage über den früheren Lauf des Amu-Daria und zur Erforschung seines Stromgebietes so viel Zeit und Mühe verwendet worden ist, wenn dazu solche bedeutende geistige Kräfte in Bewegung gesetzt worden sind, so muss man wohl erwarten, dass dieser Gegenstand ein hohes und vielseitiges Interesse bietet, welches verspricht die ver-

wendete Mühe und Arbeit zu entschädigen. Und in der That knüpfen sich an diese Untersuchung die verschiedensten Interessen, archäologische, historische, geographische, mercantile und politische. Wir stehen hier auf dem Grenzgebiete dreier Stämme, der Iraner, Turaner und Mongolen; hier haben wir die Wiege der Völkerwanderungen, von hieraus wurde Europa überfluthet von wilden, rohen Nomadenstämmen, die den ganzen politischen Zustand desselben umwarfen; hier liegt das Gebiet einer vergangenen Cultur, die noch gegenwärtig uns in Erstaunen setzt; hierher richteten sich die Züge der Welteroberer; hier schloss Cyrus seinen Siegeszug, hier am Ufer des Ssir-Daria wurde die mörderliche Schlacht geschlagen, in welcher die Massageten unter Tamaris Cyrus Heer zurückwarfen und ihm sein Grab gruben; dieses selbe Volk der Massageten, Bewohner des Aral und des Ssir, nahm auch noch zu Alexander's Zeit eine so hervorragende Stellung ein, dass dieser Eroberer es nicht wagen konnte seinen Siegeszug nach Indien fortzusetzen, bevor er seinen Rücken vor ihren Ueberfällen gesichert hatte; darum sehen wir Alexander auf seinem Marsche durch Chorassan, plötzlich nach Norden abbiegend, einen Kriegszug gegen die Massageten unternehmen, darum hier 8 Pflanzstädte gründen. Hierher sehen wir auch Nadir-Schach seine siegreichen Waffen aus Indien wenden, um zu dem Namen des Eroberers Indiens auch noch den lang ersehnten des Herschers von Chowarezm hinzuzufügen. In demselben Landstriche sehen wir auch den Frieden blühen; hier in Chorasmien (dem Lande des Lichtes) verbreitete sich zuerst die milde Religion Zoroasters, hier lag Hyrcanien, die einst so blühende Provinz Persiens, am Süd-Ost-Ufer des Caspischen Meeres, vom Atrek und Gurgan sich hinaufziehend bis zur Mündung des Tedjen und Amu in das Caspische Meer, ausgezeichnet eben so sehr durch seinen weiten Transit-Handel nach Balkh, in die Gegend des jetzigen Teheran und sogar bis Bagdad, als auch durch die hohe Cultur, von welcher noch jetzt erhaltene Ruinen Zeugniss ablegen. Längs dem Oxus zog sich lange Zeit der Handel von Inner-Asien zum Caspischen Meere, und von hieraus wurden die Märkte Europas noch lange nach Entdeckung des Seeweges mit den Waaren Indiens versorgt. Aber auch in physisch-geographischer Beziehung bietet dieses Ländergebiet ein unvergleichliches Interesse dar. Gelegen in der subtropischen Regenzone, welche sich durch die ganze alte Welt als lang ausgedehnter Wüstengürtel von O. nach W., mit allmählicher Hebung nach Norden, hinzieht, bietet uns sich hier der Kampf dar, zwischen der alles tödtenden Wüste und dem lebenerzeugenden Meere; wir sehen den Fortschritt der Wüste, wie er von der durch ihre geographische Lage bedingten Trockenheit und durch die Winde verursacht wird; grosse Ströme verschwinden, andere treten auf, um von neuem zu versiegen. Interessant durch die Vergangenheit nicht minder, wie durch die Wandlungen, welche sich hier vor unseren Augen vollziehen, bietet die Gegend ein neues Interesse durch die Fragen, welche wir über die Zukunft dieses Landes uns zu stellen veranlasst sehen. Hierher haben wir unsere Blicke für die Zukunft zu richten, von hieraus haben wir unseren Einfluss auf den fernen Orient geltend zu machen; hier eröffnet sich unserem Handel mit Inner-Asien der leichteste und bequemste Weg, ein Weg, der vor Jahrtausenden schon benutzt wurde, der

durch gesunkene Cultur und eintretende Rohheit der Bewohner unmöglich gemacht worden, durch Civilisation und Frieden uns wiedergegeben werden kann. Eine lange Wasserader verbindet den äussersten Norden unseres Reiches mit dem Herzen von Asien, unterbrochen nur durch eine Wüstenstrecke von 400 Werst; eine Strecke zwar von geringer Ausdehnung, aber von gegenwärtig fast unüberwindlichen Hindernissen. Wie aber wenn der Wüste dieses Gebiet entzogen werden könnte? Welche Aussicht für unseren Handel, wenn Nishne-Nowgorod seine Waaren zu Wasser bis Chiwa befördern kann?

Ein so vielseitiges Interesse, welches sich an dieses, wenig gekannte und sich erst jetzt uns erschliessende, Gebiet Central-Asiens knüpft, war wohl berechtigt, den Fleiss und den Scharfsinn vieler der hervorragendsten Geister in Anspruch zu nehmen, die Aufmerksamkeit eines Humboldt und Ritter dauernd zu fesseln. Dennoch, trotz all' dieser Arbeiten, habe ich die erzielten Resultate relativ ungenügend genannt und in der That, was können wir über den früheren Lauf des Amu-Daria mit Bestimmtheit aussagen, was wissen wir von dem Tedjen, dem Ochus der Alten, zu erzählen? Haben wir sichere Kunde über die Bildung und das Verschwinden des Djan-Daria, wo ist der Kisil-Daria, dieser mächtige Strom, geblieben? Was wissen wir über die frühere Ausdehnung des Arals, was über seine Verbindung mit dem Caspischen See? Von dem Einen hören wir dies, von dem Anderen das Gegentheil sagen und legen damit das Zeugniss ab, dass unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete nur äusserst arm sind.

Wenn ich, nachdem schon so viel über diesen Gegenstand von hervorragenden Männern der Wissenschaft gesprochen und geschrieben worden ist, die Aufmerksamkeit nochmals auf dieses Gebiet der Aralo-Caspischen Senkung lenke, so geschieht es nicht, um neue Thatsachen aufzuführen, durch welche die Wissenschaft neuerlich bereichert worden wäre, noch auch um die Frage direkt weiter vorzurücken, sondern im Gegentheil, um stille zu stehen und einen Blick auf das Durchwanderte zu werfen, um den betretenen Pfad zu beleuchten und die Kritik an die Basis der Hypothesen zu legen, welche so vielfach gerade hier aufgestellt worden sind. Wir werden dann sehen, dass uns auf dem bisher eingeschlagenen Wege keine Aussicht auf Erfolg bevorsteht, dass wir einen andern Weg zur Lösung der Frage einschlagen müssen, einer Frage, die für uns mehr von Interesse ist, als für eine jede andere Nation, deren Lösung die Wissenschaft von uns unabweisbar fordert und die zu beantworten unsere geographische Lage, unser Eigeninteresse, unser Beruf im Orient, uns zur Pflicht machen. Eine kritische Beleuchtung der Quellen, aus welchen unsere Hypothesen über den früheren Lauf des Amu und über andere, hiermit eng verknüpfte Fragen, fliessen, scheint um so mehr nothwendig, weil fast alle Autoren, welche die alte Geographie dieses Ländergebietes eingehend behandelt haben, stets zu Gunsten nur einer Ansicht schrieben; ihre Gegner aber, in der Reihen Männer von grossem Verdienste stehen, über diese Frage, zum grossen Theil wenigstens, rasch fortgeeilt sind.

Als älteste Quelle für den Lauf des Oxus oder Amu-Daria sowohl, als auch für die Geographie überhaupt des dortigen Gebietes wird in der Regel Herodot angeführt, dessen

2000 Jahre altes Werk uns noch so viel Belehrung zu bieten im Stande ist. Wenn von Vielen der Werth Herodot's für die uns beschäftigende Frage ganz in Abrede gestellt, von Anderen mindestens für sehr zweifelhaft gehalten wird, so giebt es doch auch Schriftsteller, die sein Zeugniss unbedingt annehmen. Zu diesen letzteren gehört auch Herr Eichwald[1]), der sich mit der alten Geographie des Caspischen Meeres sehr eingehend beschäftigt hat. Er beginnt die Geschichte dieses interessanten Binnensees mit Auslegungen Herodot's und widmet denselben einen Raum von mehreren Seiten. Das wichtigste Capitel im Herodot für die uns beschäftigende Frage ist das 202-te des I. Buches: «Der Araxes «soll grösser und (nach Anderen) kleiner sein als der Ister, und sollen sich in ihm zahl«reiche Inseln, an Grösse Lesbos gleich, befinden. Auf diesen Inseln sollen Menschen woh«nen, welche im Sommer sich von mancherlei Wurzeln nähren, die sie aus der Erde gra«ben;....... Der Fluss Araxes kommt aus dem Lande der Matiener, woher auch der «Gyndis kommt, den Cyrus in die 360 Canäle vertheilt hat; er ergiesst sich dann in 40 «Mündungen, welche alle, mit Ausnahme einer einzigen, in Sümpfe und Lachen ausgehen; «dort sollen Menschen wohnen, welche rohe Fische essen und als Bekleidung Seehundsfelle «zu tragen pflegen. Jene eine Mündung des Araxes fliesst durch reines (sumpfloses) Land «in das Caspische Meer»[2]). Herr Eichwald kommt durch seine Betrachtungen zu dem Schlusse, dass die Existenz des Aral-Sees Herodot nicht unbekannt gewesen, dass er auch den Amu-Daria sehr wohl gekannt habe und denselben in das Caspische Meer münden liess. Ebenso sicher wie Herr Eichwald diese Folgerungen aus dem Herodot zieht, mit ebenso viel Vorsicht spricht Humboldt[3]) es aus, dass im Herodot vielleicht Spuren der Kenntnisse des Aral-See's zu finden, dass aber seine Angaben über der Lauf des Amu-Daria zweifelhaft sind. Will man die alten Autoren als Belege für die einstige Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer benutzen, so ist es von der allergrössten Wichtigkeit festzustellen, ob diese Autoren den Aral-See gekannt haben oder nicht, und wie weit ihre Kenntnisse des Ostufers des Caspi reichten. Was nun Herodot anbetrifft, so wird ein unbefangener Leser aus der oben citirten Stelle wohl schwerlich eine Kunde vom Aral-See folgern. Herr Eichwald, bemüht Belege für das Ausströmen des Amu in den Caspi zu finden, sieht in dem Araxes Herodot's den Oxus späterer Schriftsteller, der mit einem Arme in das Caspische Meer mündet, während die übrigen 40 Arme in Sümpfe auslaufen. Diese Sümpfe sind nun nach Herrn Eichwald der embryonale Zustand des Aral-Sees, und somit hat Herodot, nach der Auslegung Eichwald's, den Aral-See nicht nur gekannt, sondern es ist dieser See damals auch eben erst im Entstehen gewesen. An der angeführten Stelle des Herodot herrscht aber grosse Verwirrung, aus welcher man mit einigen geschickten Prämissen den Araxes deuten kann, wofür man will, für den Tedjen, den Amu, den Ssir oder die Emba. Herodot braucht

1) Eichwald. Alte Geographie des Caspischen Meeres.
2) Herodot I, 202. Ich citire nach der im Jahre 1868 erschienene Uebersetzung von Bähr.
3) Humboldt. Central-Asien. Deutsch von Mahlmann. I. Theil.

den Namen Araxes entschieden für 2 Flüsse, im Capitel 202 für einen in das Ostufer des Caspi mündenden Flusses, an einer anderen Stelle jedoch, im 40. Capitel des 4. Buches, für den armenischen Araxes. Letzteres giebt zwar Herr Eichwald nicht zu und glaubt auch hier den Oxus lesen zu müssen, indessen ist die Angabe bei Herodot zu sicher, es ist ein Fluss, «nördlich von Persien, der nach Osten fliesst». Darin hat Herr Eichwald ohne Zweifel Recht, dass der Araxes im 202. Capitel ein von Osten in das Caspische Meer fliessender Strom ist; obgleich die Angabe über seinen Ursprung mit Entschiedenheit auf die armenischen Gebirge zeigt, so haben wir an dieser Stelle Herodot's, wie Herr Eichwald es sehr richtig bemerkt, entweder mit einer Verwechselung von Seiten Herodot's selbst zu thun, oder aber, was vielleicht noch wahrscheinlicher ist, mit Corruptionen und Einschaltungen späterer Abschreiber. Wenn nun an der angeführten Stelle der Araxes von Osten in das Caspische Meer fällt, so fragt es sich, welcher Fluss ist unter diesem Araxes gemeint. Herr Eichwald sagt der Amu-Daria. Aber warum? Weil die Beschreibung nur auf den Amu passen soll. Der Fluss hat, nach Herodot, viele Inseln, von denen einige die Grösse von Lesbos erreichen, der Fluss theilt sich in viele Arme, die in Sümpfen endigen; bis hieher zog, nach Herodot, Cyrus, hier am Araxes baute er Cyropolis, hier wurde er von den Massageten geschlagen und hier fand er seinen Tod. Alles das, sagt Herr Eichwald, passt auf den Amu-Daria und nur auf ihn. Alles das passt aber eben so gut, ja noch besser, auf den Ssir-Daria. Dieser Fluss sendet noch heute eine Menge Arme aus, welche sich wiederum mit dem Ssir vereinigen und so eine Menge von Inseln bilden, deren Grösse sich wohl mit Lesbos vergleichen lässt; andere Arme desselben Flusses laufen noch jetzt in Sümpfe aus. Wo sind denn die grossen Inseln, welche nach Herodot, nicht bei der Mündung, sondern im Amu-Daria liegen? Kein Reisebericht spricht von denselben, und was die Dubrowin'sche Karte zeigt, muss doch mit Vorsicht entgegengenommen werden. Was den Zug Cyrus anbetrifft, so behauptet Herr Eichwald, dass sich derselbe nur bis zum Amu-Daria ausgedehnt habe, ohne jedoch einen Beweis dafür zu geben, denn den Beweis, dass nach Herodot Cyrus bis zum Amu-Daria, welcher nach Eichwald der Araxes sein soll, vorgedrungen, kann man nicht annehmen, wenn es sich eben um die Deutung des Flusses Araxes handelt. Dass Herodot nirgends von einem Uebergange Cyrus über den Amu-Daria spricht, kann auch nicht als Beweis angenommen werden, da dieser Uebergang im oberen Laufe des Amu an mehreren Stellen gar keine Schwierigkeiten bildet; Herodot spricht auch nirgends von einem Uebergange über den Tedjen. So viel ich weiss, verlegen alle Historiker den äussersten Punkt, bis zu welchem Cyrus vorgedrungen, an den Ssir-Daria, welcher nach Klaproth[4]) die südlichste Grenze der Massageten, in deren Land Cyrus einfiel, bildete. Diese Ansicht wird auch durch die alten Historiker Alexander's des Grossen auf das Bestimmteste ausgesprochen, wie z. B. durch Arrian, mehr aber noch durch Curtius, der die Zerstörung der von Cyrus gegründeten Stadt am Tanaïs, Ssir-Daria, beschreibt, und vordem

4) Klaproth. Tableaux historiques de l'Asie 1826.

des Ueberganges über den Oxus erwähnt. Aber der eine Arm des Araxes, welcher nach Herodot in den Caspi-See mündete? Darin liegt die Sache: weil nach Herrn Eichwald's Ansicht ein Arm des Amu in das Caspische Meer mündete, und weil man das vom Ssir-Daria nicht zugeben will, darum ist unter Herodot's Araxes der Amu-Daria zu verstehen, deshalb soll auch zur Zeit Herodot's der Aral-See als Sumpflache bestanden haben und als solche Herodot bekannt gewesen sein.

Ich glaube nicht, dass durch solchen Zwang in der Auslegung der alten Schriftsteller die Frage über die Veränderungen im Stromgebiete des Amu-Daria wesentlich gefördert wird, und dass wir besser daran thun, offen zu gestehen, dass aus Herodot kein Beitrag für die alte Geographie dieses Gebietes zu schöpfen sei.

Wenn Herr Eichwald meint, es sei undenkbar, dass Herodot, dem das Ostufer des Caspischen Meeres so gut bekannt gewesen, den Oxus nicht sollte gekannt haben, der doch der grosse Handelsweg gewesen, auf welchem ein reger Handel mit Inner-Asien betrieben worden, und dass daher unter Herodot's Araxes der Oxus zu verstehen sei, so ist dagegen zu erwidern, dass Herodot nirgends von diesem Handelswege spricht und dass der Handel, dessen er erwähnt und welcher mittelst 7 Dollmetschern geführt wurde, auf dem Gebiete des Dniepr blühte, ja das wir überhaupt gar keine Beweise dafür haben, dass in so früher Zeit der Handel längs dem Amu-Daria sich hinzog. Auch ist nicht zu übersehen, dass Herodot in dem angeführten Capitel vom Araxes spricht, in Bezug auf die Kriege des Cyrus, die bekanntlich an dem oberen oder mittleren Laufe des Amu und des Ssir stattfanden. Auch verräth Herodot nirgends eine genaue Kenntniss des Ostufers des Caspischen Meeres, es sei denn bei der Beschreibung der Sitten der Massageten, die er aber ohne Zweifel aus den Berichten der Perser geschöpft hat. Wenn zu Herodot's Zeit der Handel am Amu-Daria schon blühte, wenn die Gegend ihm gut bekannt war, wie sollte man es dann erklären, dass dieser Autor mit keinem Worte von den Städten und Märkten am unterem Laufe des Oxus spricht, während er doch so gerne, zuweilen sogar in etwas geschwätziger Art, von Allem spricht, worüber er nur entfernte Kunde hat.

Nein! Herodot hat den Aral-See nicht gekannt, sonst hätte er seiner erwähnt, da er uns doch viel weniger wesentliche Umstände gewissenhaft aufbewahrt hat. Die Voraussetzung, welche Herr Eichwald macht und zu der auch Humboldt sich neigt, als habe der Aral-See zu Herodot's Zeit nur in Form von Sumpflachen existirt, ist vollständig willkührlich, entbehrt jeglichen Beweises und ist sogar sehr unwahrscheinlich; denn wäre selbst unter Herodot's Araxes der Amu und nicht der Ssir-Daria zu verstehen, so sind doch die 40, d. h. vielen Mündungsarme, verbunden mit dem Wasserreichthum des Ssir-Daria, wohl im Stande den Aral-See, wenn auch in geringerem Umfange als jetzt zu bilden. Ausserdem darf auch nicht übersehen werden, dass der Boden des Aral-Sees immer noch bedeutend unter dem Niveau des Caspischen Meeres liegt, dass also der Aral-See, bei einer Verbindung mit dem Caspischen Meere, immer noch stellenweise über 100 Fuss tief gewesen sein muss, daher also füglich nicht ein Sumpf genannt werden konnte. Der Aral-See hat zu He-

rodot's Zeit existirt, ist ihm aber nicht bekannt gewesen, weil zu den sterilen Ufern dieses Binnensees kein Handel sich zog, weil kein Eroberer dorthin seine Waffen kehrte.

Ist aber Herodot der Aral-See nicht bekannt gewesen, so haben wir seinen Angaben über die Mündung des Araxes, sei darunter Amu oder Ssir-Daria zu verstehen, gar kein Gewicht beizulegen, da ja Herodot alsdann keine Wahl hatte, seinen Araxes irgendwohin anders münden zu lassen, als in das Caspische Meer. Denken wir uns, es sei zu uns die Nachricht gedrungen, dass sich östlich vom Caspischen Meere ein grosser Fluss befinde, der seine Wasser nach Westen, gerade in der Richtung auf das Caspische Meer zu, wälze, und wir wüssten nichts von der Existenz des Aral-Sees, wer von uns würde anstehen, diesen Fluss in das Caspische Meer münden zu lassen?

Ich glaube daher, man thut wohl, Herodot aus der Liste der Quellen zur Erforschung des früheren Laufes des Amu-Daria zu streichen, wie auch Humboldt diesem Autor ja nur ein sehr geringes Gewicht in dieser Frage beilegt. Eben so geringen Werth in Bezug auf diesen Punkt haben aber auch die Angaben anderer Autoren, welche über den Lauf des Amu-Daria berichten, sobald dieselben nachweislich keine Kenntniss von dem Aral-See haben, es sei denn, dass man aus ihren Angaben zeigen könnte, dass sie mit dem Ost-Ufer des Caspischen Meeres sehr genau bekannt gewesen; es wird daher bei Prüfung der anderen Quellen des Alterthums sich vorzüglich darum handeln, festzustellen, ob der Autor den Aral-See gekannt hat, und ob er sehr genau bewandert in der Geographie des Ost-Ufers des Caspischen Meeres gewesen ist.

Von diesem Gesichtspunkte aus wollen wir die Angaben Strabo's betrachten, der um Christi Geburt geschrieben hat. Auch er erwähnt der Mündung des Oxus in das Caspische Meer, und auch von ihm behauptet Herr Eichwald, dass ihm der Aral-See bekannt gewesen sei. Um darzuthun, dass auch aus Strabo kein Beweis für eine frühere Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer zu führen ist, wird es also genügen, zu zeigen, dass er weder vom Aral-See, noch vom Ostufer des Caspischen Meeres irgend welche sichere Kunde hatte. Die Kenntniss des Aral-Sees bei Strabo findet Herr Eichwald an zwei Stellen des Autors. In der ersten spricht Strabo von den Völkern die Central-Asien bewohnen, und sagt, dass östlich vom Caspi sich Scythen befinden, die bis zum östlichen Meere und Indien wohnen. «Dem Hineinschiffenden (in das Caspi-Meer «von Norden) wohnen zur Rechten....; zur Linken aber die östlichen Scythen, gleichfalls «Wanderhirten, die bis zum östlichen Meere und Indien reichen»[5]). Dieses östliche Meer soll nach Herrn Eichwald's Auslegung der Aral-See sein, der wohl von Strabo ein Meer nun genannt werden konnte, da er ganz abgeschlossen und zur Zeit Strabo's weit grösser gewesen sein müsse als jetzt. (Ich bemerke, dass nach Herrn Eichwald derselbe Aral-See zur Zeit Herodot's eine Sumpflache, zur Zeit Strabo's weit grösser als jetzt, zur Zeit Ptolomäus aber wiederum viel kleiner gewesen sein muss. Welch' merkwürdige Veränderung,

5) Cas. pag. 507. Ich citire nach Forbiger's Uebersetzung.

während immer noch der Amu-Daria in den Caspi-See mündet). Die Auffassung, als sei das östliche Meer des Strabo, bis zu welchem die Scythen reichten, der Aral-See, ist entschieden unrichtig, da Strabo selbst ihre Wohnsitze sehr viel weiter hin verlegt[6]); schon die Massageten lebten östlich vom Aral-See, noch mehr nach Osten hausten dann die Wanderhirten. Was Strabo unter dem östlichen Meere versteht, findet man bei ihm einige Seiten weiter, wo es, heisst[7]): «Bis Hekatompylus rechnet er 1960 Stadien; bis Alexan«dria der Arier (Herat?) 4530, dann bis Prophtasia in Drangiana 1600 ... ferner bis zur «Stadt Arachoti 4120; dann bis Ortospana (Kabul?) und bis zur dreifach getheilten Strasse «von Baktra (Balkh) 2000; endlich bis zu den Grenzen Indiens 1000; zusammen 15,300. «Die Fortsetzung aber, nämlich die Länge Indiens vom Indus bis zum östlichen Meere, «hat man sich mit jener Weite auf gerader Linie zu denken». Demnach ist das östliche Meer Strabo's der Asien im Osten begrenzende Ocean und nicht der Aral-See.

Die zweite Stelle im Strabo, welche beweisen soll, dass dieser Autor den Aral gekannt habe, ist nach Herrn Eichwald diejenige, wo Strabo vom Araxes sagt, dass er mit einem Arm in den Hyrcanischen Busen falle, mit den übrigen Mündungen aber in das nördliche Meer. «Besonders aber soll der in viele Arme getheilte Fluss Araxes das Land «(der Massageten) bewässern, welcher mit seinen übrigen Mündungen in das nördliche Meer, «und nur mit einer in den Hyrkanischen Busen fällt»[8]). Dieses nördliche Meer nun soll der Aral-See sein. Es ist in Bezug auf diese Stelle zu bemerken, dass sie entschieden dem Herodot entlehnt ist, wofür ausser dem Wortlaute der ganzen Stelle auch der Name Araxes spricht, der nur an dieser einzigen Stelle als östlicher Zufluss des Caspi-Sees vorkommt, während Strabo den Namen Oxus sehr wohl kennt und ihn häufig braucht; es treten hier also wiederum alle die Zweifel in Bezug auf den Araxes auf, welche bei Herodot geltend gemacht wurden. Aber selbst wenn unter dem Namen des Araxes der Oxus sollte verstanden sein, was sehr unwahrscheinlich, ist dann das nördliche Meer durchaus der Aral-See? ist dann nicht hier unter dem nördlichen Meere der nördliche Ocean zu verstehen, der nach Strabo Asien im Norden begrenzt, wie das östliche Meer im Osten? Strabo dachte sich ja das Caspische Meer als Busen des nördlichen, welches letztere er beständig so nennt, und daher dem Caspischen sehr viel näher gerückt, als wir es jetzt wissen, nämlich nur 4000 Stadien von ihm entfernt, also um $^2/_3$ etwa der ganzen Länge des Caspischen Meeres nach Strabo's Auffassung; oder etwa 6—700 Werst von demselben, d. h. bis ungefähr zu Samara. Man könnte auch an den nördlichen Meerbusen des Caspischen Meeres denken, dessen

---

6) «Vom Hyrcanischen Meere bis zu den Ariern sind gegen 6000 Stadien. Dann folgt Baktriana und Sogdiana, zuletzt aber die Scythischen Wanderhirten», Cas. pg. 511; und auf derselben Seite: «Diesen Gebirgen (Imaus, Himmalaia) gegenüber wohnen die Völkerschaften der Scythen und Wanderhirten, welche die ganze Nordseite erfüllen. Die meisten der Scythen, nämlich vom Caspischen Meere an, heissen Daër, die mehr östlich von diesen Wohnenden aber nennt man Saken und Massageten, die übrigen mit gemeinschaftlichem Namen Scythen, jedoch auch jedes (Volk) mit seinem eigenen.

7) Cas. pg. 514.

8) Cas. pg 512.

Pomponius Mela, ein Zeitgenosse Strabo's erwähnt. Jedenfalls ist das nördliche Meer Strabo's nicht der Aral-See, denn die Existenz desselben ist Strabo unbekannt. Wäre es denkbar, dass er über diesen See schweigen würde, während er so gewissenhaft Alles referirt, was ihm von fernen Gegenden bekannt ist? Und dann, würde Strabo, wenn er den Aral kennte, nicht auch die Mündung des Ssir-Daria in denselben kennen, während er denselben doch in das Hyrcanische Meer münden lässt, in einer Entfernung von 350 Werst von dem Ausflusse des Amu? Auch sind Strabo's Kenntnisse vom Ostufer des Caspischen Meeres sehr gering, wenn er auch etwas mehr davon weiss, als Herodot; so meldet Strabo, nach einigen münde der Ochus, der jetzige Tedjen, in den Amu-Daria, nach anderen fliesse er gesondert in das Caspische Meer; ferner spricht er von den fabelhaften Wasserfällen am Süd-Ost-Ufer des Caspischen Meeres, unter denen ganze Heerschaaren trocken durchziehen können. Beweisen solche Aussagen nicht eine mangelhafte Kenntniss vom Ost-Ufer des Caspischen Meeres? Ja, Strabo gesteht dieselbe auch offen ein, indem er den Leser zur Vorsicht warnt: «Man darf aber die Angaben über diesen Theil (Hyrcanien, Amu- und Ssir-«Daria) und so entlegene Länder nicht zu genau nehmen». Was nun den lebhaften Handel auf dem Oxus anbetrifft, von dem Strabo allerdings spricht, so ist es fraglich, ob derselbe wirklich ganz zu Wasser gegangen ist, wogegen schon St. Martin Zweifel ausgesprochen hat; einige Jahrhunderte später (im 9. Jahrhundert) scheint der Handel überhaupt diesen Weg nicht mehr genommen zu haben; im 13. Jahrhundert, zur Zeit Franzisko Lopez, ging der Handel längs dem Amu-Daria auf Kameelen, und auch Jenkinson hat im 16. Jahrhundert den Weg auf diese Art zurückgelegt. Es fragt sich in der That, ob es die Schiffbarkeit des Flusses gewesen, welche dem Handel diesen Weg angewiesen hat, und ob er nicht vielmehr dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die Karawanen auf ihrem Zuge längs dem Amu-Daria stets auf gutes Trinkwasser rechnen konnten. Ist die Construction der Schiffe auf dem Amu-Daria dieselbe gewesen, wie Strabo sie auf dem Tigris beschreibt, die nur gebraucht werden konnten, um stromabwärts zu schiffen, und wirklich auch nur so gebraucht wurden, dann freilich kann der Handel zu Wasser nur ein sehr beschränkter gewesen sein.

Ich glaube man kann nach allem Angeführten mit voller Sicherheit sagen, dass Strabo den Aral-See nicht gekannt hat, und dass ihm auch das Ost-Ufer des Caspischen Meeres ganz fremd gewesen ist. Welches Gewicht aber hat dann seine Angabe über die frühere Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer?

Auch die Schriftsteller Alexander's des Grossen, wie Quintus Curtius und Arrian geben uns keine Kunde von dem Ost-Ufer des Caspischen Meeres, und obgleich auch letzterer von der Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer spricht, so hat doch seine Angabe nicht mehr Gewicht als die Herodot's oder Strabo's. So vorzüglich und naturwahr diese Schriftsteller die Gegend um Bactriana und die Wüsten um Samarkand und Buchara auch beschreiben mögen, so darf man nicht übersehen, dass ihnen eben nur die Gegenden und Gebiete bekannt waren, welche Alexander auf seinen Eroberungszuge berührte, alle ferner gelegenen Gebiete kannten sie gar wenig.

Dieselben mangelhaften Kenntnisse der Gegenden, welche im Osten des Caspischen Meeres liegen, finden wir auch bei den späteren Schriftstellern, sowohl bei Plinius und Ptolemäus, als auch bei Mela und Marcellin. Sie alle kennen den Aral-See nicht und lassen dem zu Folge nicht nur den Amu-Daria, sondern auch den Iaxartes (Ssir-Daria) in das Caspische Meer münden, wie das sehr auffallend aus dem von Ptolemäus angeführten Flussverzeichniss zu ersehen ist: «Durch die Länder der Rhibier, Namasten und Ariaker «fliessen der Polytimetus und Jastus. Ueber diesen ergiesst sich der Iaxartes (Ssir-Daria) «ins Meer (von Hyrcanien), er ergiesst sich unter dem 48-ten Breitengrade, also unter dem «gleichen mit dem Daix (Emba); westlich von diesem fällt der Rhymicus (Ural) und die «Rha (Wolga) in dasselbe Meer». Wohl sprechen Ptolemäus und Marcellin von einem See, aus welchem der Oxus entspringen soll, aber schon Humboldt hat gezeigt, dass hierunter nicht der Aral-See zu verstehen sei, sondern ein am oberen Lauf des Amu-Daria gelegener See, etwa der Kara-Kul; auch passt die Beschreibung dieses Sees durchaus nicht auf den Aral. Trotz seiner Kleinheit konnte dieser Oxische See Ptolemäus und Marcellin sehr wohl bekannt sein, da an ihm die Karawanen Central-Asiens hinzogen, während der im Vergleich grössere Aral-See diesen Autoren wegen seiner Entfernung vom Handelswege ganz unbekannt blieb. Auch unter dem grossen See, welchen Zemarch, 569, östlich vom Caspischen Meere angetroffen hat, ist nicht der Aral-See zu verstehen, wie Herr Eichwald meint und Humboldt, auf Eichwald's Auslegung fussend, annimmt, sondern der Balkasch-See, wie das Herr Chanykow in den dem V Bande der Schriften (Sapiski) der Russischen Geographischen Gesellschaft[9]) bewiesen hat, indem er gezeigt, dass der Sitz Disobuls, zu welchem Zemarch zog, nicht am Sarafschan lag, wie Herr Eichwald auslegt, sondern im Altai gewesen, dass demnach der Aral-See weit ab von Zemarch's Wege lag.

Es lässt sich demnach mit vollster Bestimmtheit sagen, dass allen Geographen Europa's der Aral-See vollständig unbekannt gewesen ist und dass sie auch nur höchst mangelhafte Kenntnisse über die Flusssysteme am Ost-Ufer des Caspischen Meeres verrathen. Wie kann man aber unter solchen Umständen grosses Gewicht auf diese Quellen legen und aus ihnen auf eine frühere Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer schliessen? Muss man nicht, wenn man an diese Frage vorurtheilsfrei tritt, genau mit demselben Rechte und mit demselben Grade von Sicherheit folgern, dass auch der Ssir-Daria in das Caspische Meer mündete, von welchem dasselbe auch von allen Schriftstellern ohne Ausnahme erzählt wird, welche überhaupt der Mündungen des Ssir-Daria erwähnen; ja noch andere Flüsse, wie z.B. der Polytimetus des Ptolemäus (vielleicht der spätere Kisil-Daria), der nicht mit dem Flusse gleiches Namens bei Arrian und Curtius verwechselt werden darf, müssen dann auch in das Caspische Meer geflossen sein. Einige spätere Autoren haben die Consequenz allerdings so weit getrieben, auch den Ssir-Daria ins Caspische Meer münden zu lassen, doch haben sie nicht viele Nachfolger gehabt. Es scheint in der That mehr gerathen, die Autorität der alten Schriftsteller in dieser Frage zu streichen, als ihre Lehren in die letzten Consequenzen zu verfolgen.

9) Записки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества Т. V. 1851, стр. 302.

Die Angaben, wie sie von Herodot, Strabo, Plinius, Ptolemäus und Anderen niedergelegt worden, sind dann die Quellen gewesen, aus denen das ganze Mittelalter seine Kenntnisse geschöpft hat, und es muss uns daher nicht befremden, dass wir auf allen in Europa erschienenen Karten bis zur Zeit Peters des Grossen die Angaben der alten Geographen bestätigt finden, sind es ja doch gerade ihre Erzählungen, die zu diesen Karten benutzt wurden; und wenn wir auch hin und wieder östlich vom Caspischen Meere auf den Karten des Mittelalters [10]) kleine Seen verzeichnet finden, so scheint es, muss man sie mehr der Phantasie späterer Kartographen zuschreiben, als einer sicheren Kenntniss des Aralo-Caspischen Gebietes, was schon daraus erhellt, dass trotz dieser Seen der Ssir-Daria seine Wasser noch immer in das Caspische Meer ergiesst. Ja, so wenig sind die Nachrichten über den Aral-See nach Europa gedrungen, dass selbst Jenkinson, in der 2. Hälfte des XVI. Jahrhunderts nichts vom Aral-See berichtet, obgleich er doch in Kunä-Urgendsh, so nahe am Ufer desselben, gewesen, wenn er ihn nicht sogar, wie es mir scheint, berührt, aber nicht erkannt hat.

Eine sehr viel genauere Kenntniss der Aralo-Caspischen Gegend finden wir bei den orientalischen Geographen, die uns jedoch erst später zugänglich geworden sind. Diese Schriftsteller haben selbst häufig dieses Gebiet berührt, oder haben doch ihre Nachrichten aus unmittelbaren Quellen geschöpft; ihre Aussagen müssen also für uns ein viel grösseres Gewicht haben, als die der europäischen Autoren. Suchen wir nun die orientalischen Quellen auf, so ist es sehr auffallend, dass die frühesten und zuverlässigsten Berichterstatter nichts von einer Mündung des Djihoun, wie sie den Amu-Daria nennen, in das Caspische Meer wissen und ihn in den Aral-See münden lassen, der ihnen ein sehr gut bekanntes Meer ist. So weiss Istachry, welcher sein Buch der Klimate im Jahre 920 verfasste, nichts von einer Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer, obgleich er doch das Land der Chasaren selbst bereiste und eine sehr gute Kenntniss der ganzen Gegend hatte, was man aus den sehr guten Entfernungen ersehen kann, welche er aus diesem Gebiete mittheilt. Istachry kennt den Aral-See sehr wohl, er nennt ihn den See von Khowarezm, und lässt in ihn sowohl den Djihun (Amu-Daria), als auch den Chaie (Ssir-Daria) einmünden, ausserdem noch viele andere Flüsse. Ebenso kennt Edrisi (1154) den Aral-See sehr wohl, er nennt ihn sogar einen sehr gut bekannten See; auf seiner Karte mündet aber der Amu-Daria in den Aral-See, und es ist keine Verbindung desselben mit dem Caspischen Meere zu sehen [11]). Es stimmt hiemit sehr wohl überein die Angabe Ibn Khordad Begs, welcher in der Mitte des IX. Jahrhunderts geschrieben, dass der Handel der Russen über Djordjand nach Balkh, Rheä (jetzige Teheran) und Bagdad gegangen. Nun wissen wir, dass Djordjand am Gurgan gelegen war; es führte demnach im IX. Jahrhundert der Handelsweg nach Balkh vom Gurgan aus, was auch die Ruinen am Silberhügel, bei der Mündung des Gurgan bestätigen, in welchem wir sowohl den alten Namen Hyrcania wie den orientalichen Djordjand wiederfinden; der

10) So z. B. auf den Karten in Jomard's Monuments de la Géographie: Juan de la Cosa und Martin Behaim aus d. XV. Jahrhundert, auf dem Erdglobus in Frankfurt am Main, auf der Karte Heinrich d. II, Sebastian Cabot's der Cassetina All'Agemina.

11) Humboldt. Central-Asien.

Hafen Aboscun ist noch an den theils unter Wasser gelegten Ruinen bei Gumäsch-Tepe, Silberhügel, kenntlich, aus denen noch jetzt zuweilen schön gearbeitete Gegenstände in Gold ausgegraben werden[12]).

Auch Abulfeda, ein sehr sorgfältiger Compilator der XIV. Jahrhunderts, kennt den Aral-See und lässt in denselben den Nahr Balkh (Amu) und den Nahr Alschasch (Ssir-Daria) münden, spricht aber weder bei der Beschreibung des Aral-See's[13]), noch bei der des Amu-Daria[14]) von einer Mündung desselben in das Caspische Meer.

Bis so weit sind alle orientalischen Autoren darin einig, dass der Amu-Daria nur in den Aral-See mündete; mit dem 14. Jahrhundert aber beginnen die Angaben über die Mündung dieses Flusses auch in das Caspische Meer. So giebt Hamdalla nach Jaubert[15]) an 2 Stellen ganz entschieden eine Mündung in das Caspische Meer an; diese 2 Stellen lauten:

Mer Caspienne (nommée mer d'Hyrcanie par Ptolémée).

«Les principaux fleuves, qui ont leur embouchure dans cette mer sont le Volga, le Djihoun (Amu-Daria), le Cyrus, l'Araxe etc».

und dann an der zweiten Stelle:

Lac de Khowarezm (Aral-See).

«Le lac a environ 100 parasanges de circonférence; une partie des eaux du Djeihoun, le Chark, la rivière de Ferguna et d'autres affluents y versent leurs eaux etc.».

Von diesem Schriftsteller wird also eine Bifurcation des Amu-Daria mit grosser Bestimmtheit ausgesprochen, indem er sowohl in den Aral, als in das Caspische Meer münden soll.

Noch an einer dritten Stelle Hamdalla's ist die Rede von der Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer. Diese Stelle[16]) findet sich, als Citat, im Kiabit-Tschelebi, welcher in seinem Djehan-Numa (1650) sagt: «D'après le témoignage de Hamdallah (géographe du XIVme siècle), un bras du Djihoun se décharge dans la mer Caspienne vers Khalkhal, lieu situé à six journées de Khowarezm, et uniquement habité par des pêcheurs. L'auteur de Mesalek-Ulmemalek et celui de Tecouïm-elboldan, Ebn-Haukal et Abulfeda, disent

---

12) Karelin. Ermann's Archiv. 1843. 2. Heft.

13) Nach Reinaud's Uebersetzung:

Lac de Kharizm (Mer d'Aral).

D'après le Resm-Almamour le centre du lac de Kharizm (bohagré Kharizm) est sous le 90 degré de long. et le 42 degré de latit. C'est là que se décharge le Djyhoun. Ce fleuve vient de l'orient et se jette dans le lac du côté de sud-est.

14) Fleuve de Balkh (l'Oxus).

Le fleuve de Balkh (nahr Balkh) est le Djyhoun, au sujet duquel les récits se sont partagés. L'opinion la plus probable est celle d'Ibn-Haucal. Suivant cet auteur le bras principal du Djyhoun vient des limites du pays de Badakschan; .... Le fleuve, reprend Ibn-Haucal, ne tarde pas à recevoir dans son lit un très-grand nombre de rivières, et, se dirigeant vers le nord-ouest, il arrive sur les limites (du territoire) de Balkh, ville ..... Ensuite il passe devant la ville de Termed ...; il se rend par le sud-ouest à Zamen, sous ..., puis, tournant vers le nord-ouest, il passe à Amol-alschath (Amol du fleuve) ..: Le fleuve continue à se porter au nord-ouest jusqu'à (la ville de) Kharizm, ... ensuite il se dirige vers l'est avec une inclinaison vers le nord et se jette dans le lac de Kharizm (mer d'Aral) ....

15) Nouveau Journal asiatique XII.

16) Nouveau Journal asiatique XII.

que l'embouchure du Djihoun est dans le lac d'Aral, mais il est permis de croire que c'est seulement de la principale branche du fleuve que ces auteurs ont voulu parler».

Nach Herrn Eichwald spricht auch Saïd-Abul-Hassan ben Ali Djordani, welcher nicht im Jahre 497 gelebt hat, wie Herr Eichwald annimmt, sondern nach Reinaud's Untersuchungen erst im Jahre 1477 gestorben ist[17]), von einer Bifurcation des Amu-Daria indem er von ihm sagt, dass es derselbe Fluss sei, welcher sowohl in das Caspische Meer, wie auch in den Aral-See fliesse.

Im Djehan-Numa, dessen Abfassung in das Jahr 1650 verlegt wird, ist an mehreren Stellen von der Mündung des Amu-Daria die Rede. Nach Jaubert, im XII. Bande des Nouveau journal asiatique, heisst es: «Après avoir éprouvé diverses saignées dans le «district de Balkh et de Termezd, ce fleuve (Amu-Darja) entre dans un pays de montagnes, «pénètre dans une vallé, la Gueule de lion, qui n'a guère plus de cent coudées de large, et «passe auprès du village de Touminéh, qui est en dépendance de Herat. Le défilé dont je «viens de parler n'est pas très éloigné de Khourghendj, ville du Khowarezm: lorsqu'il en «est sorti, le Djihoun se perd dans des sables de deux parasanges d'étendue, où l'on enfonce «au point de ne pouvoir marcher; puis il reparaît et parvient au Khowarezm, province dans «laquelle il se divise en plusieurs grands canaux, tels que ceux qui sont connus sous les «noms de rivière de Kharah, canal d'Hesarasp, canal de Kerdan, de Kerbeh et de Djereh, «qui tous sont navigables, et qui portent des embarcations jusque dans le lac de Khowaresm».

Eine andere Stelle des Djehan-Numa finde ich citirt bei Jules Thonnelier[18]), wo es heisst: «Il y a différentes opinions sur les embouchures du Djeihoun (Amu-Daria); la plus «probable est celle du Takwim après Ibn-Haukal, qui dit que ces deux fleuves se déchargent «dans le lac du Kharezm (Aral-See), qu'il y a un bras du Seihoun qui se sépare de ce fleuve «à 91° de longitude, qui passe à Khodjend et va se décharger dans la mer verte. Suivant «le livre, intitulé Resmi-Mamour et suivant le sentiment de l'auteur de Messalik ces deux «fleuves se déchargent dans le lac de Kharezmd (Aral), que la distance de l'un et de l'autre, «à l'endroit où ils se déchargent est de douze journées, mais cette opinion est fausse, parce «qu'on ne peut pas donner tant de largeur à ce lac, mais il y a plus apparence que le senti- «ment de Nuzhed est le plus juste, qui dit que le Djeihoun se décharge dans la mer Caspienne «et le Seihoun dans le lac de Kharezmd. Le Heft-Selim dit qu'il se pourrait que le Seihoun «se perdit aussi dans les sables, mai il y a apparence que cette opinion est une méprise, «causée par ce qu'on dit du Djeihoun, qui se perd veritablement dans les sables».

Dies sind die Berichte der orientalischen Geographen, welche ich über den Lauf des Amu-Daria habe sammeln können. Resumirt man dieselben in Kürze, so findet man, dass bis zum 13. Jahrhundert Istachry (Ebn-Haukal), Edrisi und Abulfeda nichts von einer Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer wissen, und ich glaube kaum, dass man

17) Humboldt. Centralasien.

18) Jules Thonnelier. Dictionaire Géographique de l'Asie Centrale. Pays en dehors de la domination chinoise. 1. Description du Chanat Khokand 1869.

annehmen kann, sie hätten nur von der Hauptmündung[19]) des Flusses berichtet, da eine solche Bifurcation gewiss ihrer Aufmerksamkeit nicht entgangen wäre. Im 14. Jahrhundert spricht Hamdalla mit grosser Entschiedenheit von einer Bifurcation des Amu-Daria, dasselbe sagt Abul-Hassan in der Mitte des 15. Jahrhunderts. Im 16. Jahrhundert, wenigstens in der Mitte desselben, findet, wie wir sehen werden, kein Abfluss in das Caspische Meer mehr Statt, und im 17. Jahrhundert, nach dem Djehan-Numa, ist die ganze Frage schon sehr unsicher, wie man aus den vielen sich widersprechenden Ansichten sieht, die der Verfasser aufführt.

Nimmt man das Zeugniss der drei ältesten Geographen des Orients an — und es scheint mir sicherer als das der späteren zu sein, da es auf eigener Anschauung beruht — so bleibt nur die Wahl, anzunehmen, entweder, dass Abu-Hasan und Hamdalla falsch berichtet haben, oder dass im 14. und 15. Jahrhundert eine Communication des Amu mit dem Caspischen Meere sich gebildet hatte, die im 16. Jahrhundert wieder unterbrochen war. Die letztere Annahme scheint in hohem Grade unwahrscheinlich, auch weiss Clavijo[20]) im Jahre 1405 nichts von einer Mündung des Amu ins Caspische Meer, und ist es vielleicht der Einfluss von Ptolemäus' Schriften[21]) auf die orientalischen Geographen, welcher diese Angaben verursacht hat, vielleicht auch die Traditionen der dortigen Bewohner, welche noch heute bestehen und auf der Existenz eines alten Flussbettes beruhen. Wenn von dem Sohne Dschingis-Chans berichtet wird, dass er im Jahre 1221 bei der Belagerung der Stadt Alt-Urengdsh, welche damals noch sehr stark bevölkert war, den Amu habe ableiten wollen, um die Bewohner des Wassers zu berauben, so glaube ich, muss diese Arbeit wohl mehr auf einen grossen Canal des Amu, als auf den Fluss selbst bezogen werden. Von der einen Seite ist die Ableitung eines so mächtigen Flusses wie der Amu-Daria eine so gewaltige Aufgabe, dass selbst die Orientalen, trotz ihrer staunenerregenden Fertigkeit in der Bewässerungskunst, vor derselben zurückschrecken könnten; von der anderen Seite benutzen die Orientalen fast nie direct das Wasser des Flusses zur Bewässerung, sondern entziehen es erst dem Flusse durch einen oder mehrere Canäle, die sie dann verzweigen. Ich habe häufig Gelegenheit gehabt, die Wasseranlagen im Orient zu sehen, und habe dabei die Beobachtung gemacht, dass alle grösseren Orte in grösserer oder geringerer Entfernung vom Hauptflusse angelegt werden, innerhalb einer Biegung die derselbe macht; dann wird durch Canäle das Wasser zur Bewässerung abgeleitet. Diese Art die Canäle zu ziehen ist durch die Nothwendigkeit geboten, da nur auf diese Weise das nöthige Gefälle erhalten wird. So ist es in Meschhed, so in Herat; in Alt-Urgendsh wird es wohl auch so gewesen sein, und vielleicht zeigt der südlich von Urgendsh vorbeifliessende Tscharkrank die Spuren eines solchen Canals, vielleicht auch ist für diesen Canal ein altes Flussbett benutzt worden.

---

19) Jaubert im Nouveau journal asiatique XII.

20) Humboldt. Centralasien.

21) Es existirte bereits im IX. Jahrhundert eine Uebersetzung des Ptolemäus.

Die Russen haben das Caspische Meer nicht nur, sondern auch das Chiwasche Chanat sehr frühe kennen gelernt[22]; schon im IX. Jahrhundert finden wir sie theils als Corsaren, theils als Händler bis weit jenseits des Caspischen Meeres, bis Balkh nach Osten, bis Teheran und selbst Bagdad nach Süden ziehen. Im Jahre 1184 finden wir einen Chorasmier als Kriegsgefangen in Russland, 1258 handeln Chiwenser Kaufleute in Russland, wo sie schon bald einen lästigen Druck ausüben, 1346 werden Chiwenser in Nishni-Nowgorod ermordet, 1557 finden wir schon eine Urgendsh'sche Gesandtschaft in Russland. Es folgt hieraus, dass die Russen schon frühe Nachrichten über das Chorasmier Land und die Umgebungen sammeln konnten. Dass sie das gethan, bezeugt unter anderen der «Bolschoi Tschertesh» (большой чертежъ) — «die grosse Karte» von welcher Karamsin annimmt, dass sie zwischen 1584 und 1598 gezeichnet ist. Diese Karte wurde darauf beschrieben in einem Werke, welches «Kniga bolschomu tscherteshu» (книга большому чертежу) «Buch der grossen Karte» betitelt ist. Was auf das Caspische Meer, den Amu-Daria und den Aral-See Bezug hat, steht in folgenden Zeilen[23]:

«Und von der Mündung des Jaïck (Ural), am Meeresufer hin, nach Osten, (in der «Richtung) zum Jurgens'chen Lande, gegenüber der Mündung des Flusses Kiniär Ssakgys «bis zum Ende des Chwalimschen Meeres (Caspisches Meer) sind 200 Werst.

«Und im Ganzen von Astrachan auf dem Caspischen Meere bis zum Jurgens'chen «Lande 1200 Werst.

«Und über das Chwalimsche Meer von der Mündung des Flusses Jaïck bis zum Kisil-«basch'schen Lande (Persien) 800 Werst.

«[Und vom Fluss Kiniär-Ssakgys ist es nicht beschrieben].

«Und vom Chwalimschen Meere bis zum Blauen (Aral-See) nach Sommmersonnenauf-«gang (soll heissen Sonnenaufgang im Sommer) in gerader Richtung 250 Werst.

«Und auf den Blauen Meere bis zur Mündung des Ssir-Flusses 280 (250) Werst.

«Und quer über das Blaue Meer 60 Werst.

«Und im Blauen Meere ist das Wasser salzig.

«Aus dem Blauen Meere floss der Fluss Arsas (Argas) und floss in das Chwalimsche «Meer.

«Und in den Fluss Arsas fiel von Osten der Fluss Amu-Daria, der Lauf des Amu-Daria «ist 300 Werst.

---

22) Журналъ Министерства Внутреннихъ Дѣлъ 1839.

23) А отъ устья Яика рѣки, берегомъ морскимъ, на востокъ, къ Юргенской земли, противъ устья рѣки Кинярь-Саклызъ до конца Хвалимскаго моря 200 верстъ.

И всего отъ Астрахани Хвалимскимъ моремъ въ доль до Юргенской земли 1200 верстъ.

А поперегъ Хвалимскимъ моремъ отъ устья рѣки Яика до Кизилбашской земли 800 верстъ.

[А отъ рѣки Кинярь-Сакгызъ не описано].

А отъ Хвалимскаго моря до Синево на лѣтній, на солнечный восходъ прямо 250 верстъ.

А Синимъ моремъ до устья Сыра рѣки 280 (250) в.

А поперегъ Синимъ моремъ 60 верстъ.

А въ Синемъ морѣ вода солона.

Изъ Синево моря вытекала рѣка Арзазъ (Аргазъ) и потекло въ Хвалимское море.

А въ рѣку Арзазъ съ востоку пала рѣка Амударья, протоку Амударьи рѣки 300 верстъ.

«Und der Lauf des Arsas (Argas) ist 1060 Werst.

«Und vom Blauen Meere 300 Werst entfernt ist der Berg Uruk, längs dem Berge Uruk «sind 90 Werst. (Und) aus dem Berge flossen drei Flüsse: der Fluss Wor fliesst in den Fluss «Jaïk nach Norden, der Fluss Irgys fliesst in den See Akbaschly nach Osten; der Fluss «G(J)em (Emba) nach Süden zum Caspischen Meere zu und mündete, bevor er das Meer er-«reichte, in einen See.

«Ins Blaue Meer mündete von Osten der Fluss Ssir, und in den Ssir-Fluss mündete «der Fluss Kinderlik.

«Und zur Stadt Buchara und zum ganzen Bucharischen Lande sind aus dem Ssir-Flusse «Wasser geleitet für die Felder weil es dort wasserlos ist.

«Und gegenüber (bei) Buchara, 170 Werst, floss ein Fluss aus dem See Ugus, nach «unserer (Sprache) (übersetzt) Ochs (Stier), ins Caspische Meer, sein Lauf ist 1000 Werst.

«Und am Flusse Ugus ist die Stadt Kah(g)an, in ihr lebt der Bruder des Czaren von «Jurgens.

«Und von der Stadt Kah(g)an sind 220 Werst zum Caspischen Meere, die Stadt Jur-«gens liegt 50 Werst vom Flusse Arsas und 400 Werst vom Chwalimschen Meere.»

Ich habe diese Stelle aus dem Buche der grossen Karte hier angeführt, weil diese Quelle im Auslande wenig bekannt, für die alte Geographie des Aralo-Caspischen Beckens aber sehr wichtig ist, da sie offenbar auf guten Nachrichten basirt. Man sieht aus dieser Quelle, dass den Russen des XVI. Jahrhunderts der Aral-See nicht nur bekannt gewesen, sondern dass sie auch angenäherte Begriffe von seiner Ausdehnung hatten; die Kenntnisse derselben erstreckten sich aber noch weiter und reichen bis Buchara und Urgendsh. Sehr merkwürdig ist die Angabe über den Ugus-See und Fluss, der selbstständig in das Caspische Meer sich ergiesst. Man findet hier Anklänge an den Oxus der Griechen, den jetzigen Tedjen, der vielleicht früher bis zum Caspischen Meere reichte, jetzt aber versandet. Was den Fluss Arsas oder Argas anbetrifft, so ist mir diese Stelle unverständlich und scheint dieselbe in der That auf falschen Gerüchten zu beruhen. Der Fluss soll das Aral-Meer mit dem Caspischen See verbunden haben, er soll 1060 Werst lang gewesen sein (was nach jetzigem Maasse 1484 Werst beträgt, da die Werst in der alten Zeichnung $= \frac{7}{5}$ der jetzigen ist) von Osten den Amu-Daria aufgenommen haben, dessen Lauf auf 300 alte oder 420 jetzige Werst angegeben wird; 50 Werst von diesem Flusse wird die Stadt Urgendsh ange-

---

А Арзазы (Аргазы) протоку 1060 верстъ.

А отъ Синево моря 300 верстъ Урукъ-гора; въ доль Урукъ горы 90 верстъ. (А) изъ горы потекли три рѣки рѣка Воръ течетъ въ рѣку Яикъ въ ночь, рѣка Иргызъ течетъ въ озеро Акбашлы на востокъ; рѣка Гемъ на полдни къ Хвалимскому морю и пала не дошедъ до моря въ озеро.

Въ Синее море съ востока пала рѣка Сыръ, а въ Сыръ рѣку пала рѣка Кендерликъ.

А къ Бухару городу и во всю землю Бухарскую изъ Сыра рѣки разведены воды по пашнѣ для того что тамъ безводно.

А противъ города Бухара 170 верстъ потекла рѣка изъ озера Угусъ, по нашему Быкъ, въ Хвалимское море протоку 1000 верстъ.

А на рѣкѣ на Угусъ городъ Каганъ, живетъ въ немъ Юргенскаго Царя братъ.

А отъ Кагана города 220 верстъ къ Хвалимскому морю, городъ Юргенсъ отъ рѣки Арзаза 50 верстъ, а отъ Хвалимскаго моря 400 верстъ.

geben. Die Namensähnlichkeit veranlasst zu glauben, dass der hier genannte Arsas derselbe Fluss ist, den wir später, bei Jenkinson, unter dem Namen Ardok wiederfinden und der vielleicht auch mit dem Kisil-Daria identisch ist. Hiemit würde die Angabe der Entfernung Urgendsh's stimmen, welche hier auf 50 alte, d. h. 70 neue Werst angegeben wird, während Jenkinson die Entfernung auf 100 engl. Meilen schätzt. Aber die Richtung der Strömung des Flusses stimmt nicht mit anderen Angaben; auch die Länge des Laufes von 1484 ist durchaus unrichtig und entschieden zu gross, ebenso wie die des Amu von 420 Werst zu klein ist. Dass am Ende des XVI. Jahrhunderts der Amu-Daria keine Verbindung mit dem Caspi-See hatte, wissen wir zuversichtlich, daher ist die Angabe der grossen Zeichnung, falls sie wirklich eine solche Verbindung ausspricht, auf frühere Zeiten zu beziehen, in welchen die Nachrichten gesammelt wurden. Es scheint aus Allem, dass wir hier an der Grenze der Kenntnisse des Verfassers der grossen Karte stehen, und jedenfalls können wir die in dem Tschertesh enthaltenen Nachrichten nicht eher als sichere Quelle zur Geschichte des aralocaspischen Beckens benutzen, als bis die zweifelhafte Stelle gedeutet ist.

Ich komme nun zu 2 Quellen aus dem XVI. und XVII. Jahrhundert, welchen für die Geschichte des Amu-Daria von Humboldt und von andern Gelehrten, die sich mit der Frage beschäftigt haben, das grösste Gewicht geschenkt wird; ich meine die Reisebeschreibung Anton Jenkinson's und die genealogische Geschichte der Tartarenherrscher von Abulghazi-Bahader-Chan. Untersuchen wir zuerst die erste Quelle[24]). Im Jahre 1559 wurde A. Jenkinson von einer englischen Kaufmannschaftsgesellschaft über Russland nach Buchara geschickt, mit dem Auftrage sich nach den dortigen Handelsverhältnissen umzusehen und einen Markt für den Absatz englischer Waaren zu finden. Er reiste die Wolga hinab, fuhr über das Caspische Meer, sich an den Küsten desselben haltend, und landete auf der Halbinsel Mangischlak, die er Manguslave nennt. Es wird gewöhnlich angenommen, dass Jenkinson's Landungsplatz am westlichen Ufer dieser Halbinsel, gegenüber Tük-Kuragan, gelegen ist, am Nordufer des Kotschak-Busens, ich glaube aber mit Bestimmtheit sagen zu können, dass Jenkinson, wie es schon Herr Eichwald annimmt, durch den Mertwyi Kultuk (Мертвый Култукъ) in den Kara-Kitschu gefahren und an dessen Nordufer gelandet ist. Die Beschreibung, welche Jenkinson in nur sehr kurzen und dürftigen Notizen giebt, passt sowohl auf den einen, als auf den anderen Ort; die Karte jedoch, welche nach Jenkinson's Bericht an Henry Sidney in Ortilius Theatrum Orbis terrarum abgebildet ist, erhebt die oben ausgesprochene Ansicht zur Gewissheit, da auf der Karte die Westküste der Mangischlak'schen Halbinsel ganz roh und falsch gezeichnet ist, ohne Vorspringungen und Vertiefungen, so wie man sie nach Hörensagen oder Muthmassungen zeichnen würde, während hingegen der Kara-Kitschu und der Mertwyi Kultuk zwar in groben Umrissen, aber doch ein im Ganzen richtiges Bild giebt; es ist augenscheinlich, dass Jenkinson diesen Theil aus eigner Anschauung zeichnete, denn von wo anders konnte er so

---

24) Hakluyt. Principal Navigations 1599. — Purchas his pilgrimes 1625.

genaue Détails der Küste haben; und von der andern Seite, wie hätte er den westlichen Theil von Mangischlak so falsch verzeichnen können, wenn er ihn selbst gesehen hätte. Von diesem Landungsplatze ging nun Jenkinson mit Cameelen 20 Tage lang durch eine wasserlose Wüste, bis er an einen Busen des Caspischen Meeres kam, in welchen früher der Oxus mündete, und in welchem er so schönes Trinkwasser vorfand, dass er hier einen Rasttag machte. Von hier erreichte Jenkinson in 3 Tagen das hoch gelegene Schloss Sellizure oder Schachsüre, in welchem einer der Chane lebte, und von dort endlich erreichte er in 2 Tagen die Stadt Kunä-Urgendsh, d. h. Alt-Urgendsh. Bis hierher vorzüglich interessirt uns der Bericht Jenkinson's. Diese Beschreibung ist stets so gedeutet worden, als sei Jenkinson nach 20-tägigem Marsche an den Karabogas-Busen gekommnn; so verstehen diese Stelle Eichwald, Zimmermann, Humboldt und Ritter; die Auslegung hat dann Veranlassung zu der Meinung gegeben, es habe sich der Karabogas zu Jenkinson's Zeit sehr viel weiter nach Osten gezogen, als es jetzt der Fall ist. Ich glaube, diese Auslegung ist unstatthaft und würde nie gemacht worden sein, wenn wir nicht in vollständiger Unkenntniss über das Ufer des Karabogas-Golfes gewesen wären. Wegen der Wichtigkeit dieser Quelle führe ich hier die wesentlichen Stellen aus Jenkinson's Bericht an, wie ich sie im Hakluyt, Purchas, Thevenot und im Recueil des voyages au Nord, übereinstimmend gefunden habe: «Den 5. des folgenden Oktobers (nach 20 Tagemärschen) kamen wir wieder an einen Busen «des Caspischen Meeres, wo wir das Wasser sehr frisch und süss fanden.... Ich bemerke, «dass in vergangen Zeiten hier in diesen Busen der grosse Fluss Oxus mündete,... der «jetzt nicht mehr so weit gelangt, sondern in einen andern Fluss, genannt Ardok, fällt, «welcher nordwärts fliesst und sich in dem Erdboden aufzehrt, indem er unter dem Boden «500 miles fortfliesst, alsdann fliesst er wieder heraus und fällt in den See von Kitay[25]).»

Ferner folgt[26]): «Den 4. Oktober reisten wir von hier (Golf des Caspischen Meeres) «ab und kamen den 7. zu einem Schlosse mit Namen Sellizure.»

Ferner[27]): «Das Schloss Sellizure ist auf einem hohen Hügel gelegen, wo der König, «Chan genannt, residirt; sein Palais ist aus Erde gebaut, sehr schlecht und nicht stark. «Das Volk ist sehr arm und hat nur einen kleinen inneren Handel. Die südliche Seite «dieses Schlosses ist flaches Land, aber sehr fruchtbar, wo sehr viele gute Früchte wach- «sen..., das Wasser, welches diese Gegend bewässert, ist durch Gräben aus dem Oxusflusse

25) And the 5 day of October ensuing, we came unto a gulf of the Caspian Sea againe, where we found the water very fresh and sweete... Note that in times past there did fal into this gulf the great river Oxus..., and now comed not so far, but falleth into another river called Ardok, which runned toward the North and consumeth himself in the ground passing under ground about 500 miles, and then issueth out againe and falleth into the lake of Kitay.

26) Wo... departed thenu the 4 day of October, and the seventh day arrived at a castle called Sellizure.

27) This castle Sellizure is situated upon an high hill, where the king called the Chan lyeth, whose palace is built of earth very basely and not strong: the people are but poore, and have little trode of marchandise among them. The South part of this Castle is low land, but very fruitfull, where grow many good fruits... the water that serveth all that country is drawen by ditches out of the river Oxus, into the great destruction of the said river, for which it falled not into the Caspian sea as it hath done in times past, and in short time all that land is like to be distroied, and to become a wilderness for want of water, when the river of Oxus shal fail.

«genommen, zu grossem Schaden des genannten Flusses, aus welchem Grunde er auch nicht «mehr in das Caspische Meer fliesst, wie er es früher gethan, und in kurzer Zeit wird «voraussichtlich das ganze Land zerstört sein und wird aus Wassermangel eine Wüste «werden, wenn der Oxusfluss fehlen wird.»

Ferner[28]): «Den 14. desselben Monats reisten wir vom Schloss Sellizure fort und am «16. desselben kamen wir in einer Stadt an, mit Namen Urgence».

Ferner[29]): «Den 26. November reisten wir von Urgence ab und nachdem wir 100 miles «längs dem Oxusflusse gezogen waren, setzten wir über einen andern grossen Fluss Ardok, «wo wir einen geringen Zoll zahlen mussten. Dieser Fluss Ardok ist gross und fliesst sehr «schnell; er fliesst aus dem oben genannten Oxus und gegen 1000 Meilen nach Norden, ver«schwindet dann in dem Boden und nachdem er unter demselben etwa 500 miles fortge«flossen, tritt er wieder hervor und mündet in den See von Kitai.»

Ferner[30]): «Den 7. December kamen wir an die Festung Kait.»

Bevor ich an die Auslegung dieser Stellen in dem Reiseberichte Jenkinson's gehe, wird es nothwendig sein, einige Worte über die Zuverlässigkeit der Quelle zu sagen. Ich weiss zwar keinen Schriftsteller zu nennen, welcher die von Jenkinson gemachten Angaben im Allgemeinen in Zweifel gezogen häste, Humboldt und Ritter schenken ihm volles Vertrauen, demnoch habe ich mündlich den Verdacht aussprechen gehört, als sei die Reise Jenkinson's eine fingirte und niemals ausgeführt worden. Ich denke, man sollte die Ehrenhaftigkeit eines Mannes ohne vorhergegangene sorgfältige Kritik und strenge Prüfung nicht angreifen; wenn derselbe schon seit drei Jahrhunderten nicht mehr am Leben ist, so sollte man deswegen die Verdachtgründe noch strenger prüfen. Nun lässt sich aus dem angeführten Berichte zeigen, dass Jenkinson die Reise nicht nur in Wirklichkeit ausgeführt, sondern dass er auch sehr gut beobachtet hat. Allerdings ist nicht Alles richtig, was Jenkinson berichtet, vieles Andere ist unverständlich, aber das Ganze trägt so sehr das Gepräge der Wahrheit, dass man an der wirklichen Ausführung der Reise bei sorgfältigem Studium des Berichtes nicht zweifeln kann. Jede Zeile des Berichtes widerlegt den Verdacht und es genügt eigentlich nur auf den Bericht zu verweisen; dennoch will ich einige Punkte zur Ehrenrettung Jenkinson's anführen. Ueber die Halbinsel Mangischlak berichtet Jenkinson offenbar als Augenzeuge, wovon man sich sogleich überzeugt, sobald man seine Zeichnung des Mertwyi-Kultuk mit dem Karten des XVI. Jahrhunderts vergleicht; woher konnte Jenkinson das im Ganzen richtige Bild dieses Meerbusens entwerfen, wenn nicht aus eigner Ausschauung? Was Jenkinson über seine Reise von Mangischlak

28) The 14 day of the month we departed from this Castle of Sellizure and the 16 of the same we arrived at a citie called Urgence.

29) The 26 day of November we departed from the town of Urgence and having travailed by the river Oxus, 100 miles, we passed ouer another great river called Ardok, where we fraid a certaine futy custome. This river Ardok is great and very swift, falling out of the foresaid Oxus, and passing about 1000 miles to the Northward, il then consumed itselfe in the ground, and passing under the same about 500 miles, issued out againe and falled into the lake of Kitay.

30) The 7 of December following we arrived at a Castle called Kait.

nach Alt-Urgendsh berichtet, ist im Ganzen richtig, wenn er sich auch in der Meinung, einen Busen des Caspischen Meeres berührt zu haben, irrt; seine Beschreibung von Alt-Urgendsh stimmt sehr wohl mit dem Bericht Basiner's, wie letzterer es besonders hervorhebt. Die Positionen von 3 Orten, welche Jenkinson bestimmt hat, sind gut, viel besser, als sie die damaligen Karten angaben. Jenkinson fand folgende Breiten: Mangischak 45° 0′ — Urgendsh 42° 18′ — Buchara 39° 10′, während sie nach den neuen Karten angenähert $44\frac{1}{2}$ — 42° 23′ und 39° 50′ betragen. Diese Abweichungen sind doch für flüchtige Beobachtungen im XVI. Jahrhundert nicht so gar gross. Wo aber konnte Jenkinson alle diese Angaben sammeln, wenn er die Reise nicht gemacht hatte? Wer ihn einen Lügner schelten will, wird erst den Beweis liefern müssen, dass eine Quelle existirt hat, aus welcher Jenkinson alle diese Nachrichten hat schöpfen können, bis jetzt ist eine solche Quelle nicht bekannt. Zur Rechtfertigung Jenkinson's genügt übrigens seine Angabe über den früheren Lauf des Amu-Daria; wie konnte es ihm in den Sinn kommen, denselben nicht in das Caspische Meer münden zu lassen, zu einer Zeit, wo ganz Europa eine solche Mündung annahm? Schliesslich sei noch erwähnt, dass Jenkinson nicht der einzige Europäer gewesen, der die Reise gemacht hat, dass er vielmehr Begleiter gehabt, die nicht nur ihm keinesweges widersprochen haben, sondern im Gegentheil seinen Bericht ergänzten; man hat es daher nicht mehr mit einem Betrüger zu thun, sondern mit einer Schaar solcher. Ich glaube daher, man hat kein Recht daran zu zweifeln, dass Jenkinson die Reise, welche er beschreibt, in der That auch gemacht hat.

Bei der Bestimmung der in dieser Beschreibung aufgezählten Orte stossen wir auf grosse Schwierigkeiten. Es ist ein Uebelstand, dass bei der Bestimmung der Tage sich Fehler in die Abhandlung eingeschlichen haben. So schreibt Jenkinson, dass er am 5. October an den Busen des Caspischen Meeres gekommen sei, dort den Zollwächtern die Gebühren gezahlt, einen Tag gerastet und dann (also den 6ten oder 7ten) nach Sellizure abgereist sei. Darauf aber giebt er als Tag der Abreise nach Sellizure den 4. October an, worauf er dann den 7ten in Sellizure angekommen. Welches Datum ist nun das richtige? Die Frage zu beantworten ist wichtig, weil dies die einzige Angabe ist, aus der man die Lage von Sellizure bestimmen könnte. Den 14. September verliess Jenkinson Mangischlak und reiste 20 Tage, demnach müsste er den 4. October angekommen sein, während er nach seiner Angabe den 5ten angekommen ist; hat er dann am Caspischen Meere einen Tag gerastet, so lag Sellizure nur einen Tagemarsch vom Meere, während Jenkinson 3 Tagemärsche angiebt. Es ist sehr misslich, dass sich dieser Punkt nicht bestimmen lässt, doch scheint mir die letzte Angabe, welcher zu Folge er am 4ten fortgereist und in Sellizure den 7ten angekommen, die richtigere zu sein, da die 2 dicht bei einanderstehenden Zahlen wohl richtiger sein werden, als die anderen weiter im Text auseinander stehenden, die dadurch eben leichter ein Versehen zulassen. Jenkinson's Karte trägt auch nicht zur Aufklärung bei, da nach derselben Schazure (worunter offenbar Sellizure gemeint ist) fast genau auf halbem Wege zwischen dem Golfe und Alt-Urgendsh gezeich-

net ist, wobei die Entfernung zwischen Sellizure und Urgendsh dem Texte nach 2 Tagemärsche beträgt, so dass man im Zweifel bleibt, ob Sellizure vom Caspischen Meere 1 oder 3 Tagemärsche entfernt liegt. Wir wollen jedoch die letztere Annahme machen, da sie für die weitere Auseinandersetzung weniger günstig ist, so dass Alles, was ich aus dieser Annahme folgere, noch mehr Gewicht bekommt, wenn man Sellizure näher zum Golfe, nur einen Tag entfernt, annimmt. Die einzigen Anhaltspunkte, nach welchen man die Lage von Sellizure bestimmen kann, sind: aus dem Texte die Bemerkungen, dass es hoch gelegen, dass sich südlich davon ebenes Land ausdehnt, welches durch die Ableitungen des Amu-Daria fruchtbar gemacht wird, und dass es 2 Tagereisen, also 50 — 60 Werst[31]) von Alt-Urgendsh gelegen ist. Aus der Karte ersieht man ferner, dass Sellizure von Urgendsh beinahe westlich, mit schwacher Neigung nach Süden liegt, dass sich zwischen Urgendsh und Sellizure ein Arm des Oxus zieht, der jedoch offenbar nur ein kleines Wasser oder ein trockenes Flussbett ist, welches Jenkinson keine Mühe hatte zu überschreiten, weil er sonst dieses Ueberganges wohl erwähnt hätte, wie er es beim Ardok ausdrücklich sagt; schliesslich liegen Urgendsh und Sellizure beide nördlich vom angeblichen alten Bette des Amu-Daria, und zwar in beträchtlicher Entfernung von demselben. Die hohe Lage von Sellizure weist mit Entschiedenheit darauf hin, dass dieses nicht aufzufindende Schloss am Tschink, Südabfall des Ust-Urt, zu suchen ist, der sich stellweise bis zu 300 Fuss Höhe erhebt; die Bemerkung, dass die ganze südlich von Sellizure gelegene Gegend flach ist und von den Wassern des Oxus bewässert wird, bestätigt diese Annahme noch mehr; in einer Entfernung von 50 — 60 Werst nach W. von Alt-Urgendsh finden wir den süd-östlichen Ausläufer des Tschink. Hier also, vielleicht wo Abbot den Tschink bestiegen und in dessen Umgegend er mehrfach Ruinen angetroffen hat, mag Sellizure gelegen haben. Verschiedene Karten, welche ich zu Rathe gezogen habe, geben darüber keinen Aufschluss; die Position ist gewöhnlich eine unmögliche, weit von Urgendsh gelegen, zuweilen mitten auf dem Plateau des Ust-Urt, dann wieder auf Karten des 17. Jahrhunderts oft bei der Mündung des Ssir-Daria in das Caspische Meer, oder nicht weit von der Mündung desselben. In dem Arme des Flusses, welcher südlich von Urgendsh vorbeifliesst, ist vielleicht das alte Bett des Ssarkrauk, oder richtiger Tscharkrauk zu suchen. Was jedoch den räthselhaftesten aller Flüsse, den Ardok, anbetrifft, so ist es vielleicht der Arsas oder Argas der Kniga bolschomu tscherteshu. Seiner Entfernung von Alt-Urgendsh nach zu schliessen, ebenso wie nach der Richtung der Strömung und der Erzählung über denselben, könnte der Ardok Jenkinson's der Hauptarm des Amu-Daria sein, während der Fluss, an dem Jenkinson hinzog, der Ssarkrank gewesen ist, der wohl zu dieser Zeit noch Wasser enthalten musste, da ja die südlich von Sellizure gelegene Gegend vom Oxus be-

31) Die Entfernung von Mangischlak, wo Jenkinson gelandet, bis Urgendj, beträgt nach den jetzigen Karten circa 600 Werst, die Jenkinson in 25 Tagemärschen zurücklegte, daher wird wohl ein Tagemarsch 25 — 30 Werst betragen haben, was nicht zu wenig erscheint wenn man berücksichtigt, dass die Reise auf Cameelen geschah.

wässert wurde. Des Laudan, den Jenkinson überschreiten musste, erwähnt er gar nicht; bestand derselbe nicht zu der Zeit, oder war er so gering, dass Jenkinson seiner nicht erwähnt? Wäre unter Ardok der Hauptarm des Amu zu verstehen, so möchte das Verschwinden desselben und die Erzählung vom Kitai-See vielleicht auf den Aral-See zu deuten sein, obgleich derselbe diesen Namen nie getragen hat. Hier hat Jenkinson entschieden sehr dunkle und unklare Ideen; da er aus seinem Kitai-See den Ob entspringen lässt, so scheint er fast den Balkasch darunter gemeint zu haben, in dessen Nähe der Ischim, ein Nebenfluss des Ob, entspringt. Der Ort Kait, welchen Jenkinson nennt, wird wohl das Kat Abulghasi's sein, ein bedeutender Ort, welcher noch im Jahre 1603 am Kisil-Daria lag, und zwar an der Mündung desselben in den Amu, denn es scheint, dass damals der Kisil den Amu-Daria noch erreichte, und erst später in Folge der starken Canalisation aus demselben, welche Abulghasi's Vater 1600 anlegte, so wasserarm wurde, dass er den Amu nicht mehr erreichen konnte; sollte nicht der Kisil-Daria der Arsas sein, welchen das Buch der grossen Zeichnung nennt? Später ist die Stadt Kat durch den Einsturz des rechten Ufers des Amu-Daria zerstört worden. Denselben Ort finden wir erwähnt bei Abul-Hassan und Edrisi, der die Stadt 3 Tagereisen von Urgendsh angiebt.

Die grösste Schwierigkeit in der Erklärung und Auslegung von Jenkinson's Bericht bietet der Busen des Caspischen Meeres, den er berührt haben will. Die Anhaltspunkte für die Auslegung sind, aus dem Berichte: 5 Tagereisen von Kunä-Urgendsh, alte Mündung des Amu-Daria (die Jenkinson übrigens nicht gesehen zu haben scheint) und süsses Trinkwasser; aus der Karte ferner beinahe westliche Lage des Busens in Bezug auf Urgendsh. Dieser Meerbusen ist von allen Autoren, die sich mit der Frage über den alten Lauf des Amu-Daria beschäftigt haben, für den Karabogas gehalten worden. Indessen widersprechen alle Angaben in Jenkinson's Bericht den Erfahrungen späterer Reisender aufs Entschiedenste. Die 5 Tagereisen Jenkinson's vom Meerbusen bis Alt-Urgendsh werden 125 — 150 Werst betragen, wenn es viel ist, so können es 200 Werst sein, wobei die Märsche schon sehr forcirt sein müssen. Gegenwärtig beträgt die Entfernung von Urgendsh bis zum Karabogas in gerader Linie 400 Werst. Während in gerader Linie von Mangischlak bis Urgendsh 520 Werst sind, beträgt die Entfernung dieser 2 Orte, wenn man den Karabogas berühren will, 700—750 Werst. Ist es nun denkbar, dass ein Reisender auf einer Strecke von 520 Werst einen Umweg von 180—200 Werst machen wird, und zu welchem Zwecke? Während 20 Tagen konnte Jenkinson bis zum Karabogas kommen, aber während 20 Tagen konnte er auch den Ust-Urt bis zum Südabfall des Tschink in der Nähe von Ibrahim At oder Besch Dischik erreichen, von wo er bis Urgendj Trinkwasser finden konnte. Aus diesen und ähnlichen Gründen haben daher alle Ausleger Jenkinson's geglaubt annehmen zu müssen, dass der Karabogas-Golf im Jahre 1559 sich sehr viel weiter nach Osten ausgedehnt habe, als es gegenwärtig der Fall ist, dass also eine Austrocknung desselben, oder eine Hebung des Landes stattgefunden habe. Wie gewaltig gross die Veränderung gewesen sein muss, oder wie gross man sie sich vielmehr zu denken hätte, zeigt ein Blick auf Zim-

mermann's Karte[32]), wo der Karabogas nach Jenkinson in O.-W.-Richtung noch einmal so lang ist, als Zimmermann denselben nach dem jetzigen Zustande zeichnet, und dieser giebt doch dem gegenwärtigen Karabogas eine zu grosse Ausdehnung nach Nord-Osten. Beide Voraussetzungen, die man zur Erklärung des Zurückziehens des Karabogas machen muss, sind jedoch unhaltbar. Eine Niveauerniedrigung im Karabogas-Busen kann doch nur im Zusammenhange mit einer Erniedrigung des ganzen Caspischen Meeres stattgefunden haben, und welche Belege haben wir für eine solche Annahme? Aus den Untersuchungen meines Vaters über die Niveauveränderungen des Caspischen Meeres[33]) ersehen wir, dass das Niveau desselben im Jahre 1800 allerdings circa 15 Fuss höher gestanden hat als 1830, dass es aber im Anfange des 18. Jahrhunderts wiederum eben so hoch gestanden wie jetzt. Nähme man nun an, dass zu Jenkinson's Zeit der Spiegel des Caspischen Meeres in der That 15 Fuss höher gestanden als jetzt, so müsste diese Hebung einen Raum von 200—250 Werst unter Wasser gelegt haben, was unmöglich ist anzunehmen. Ausserdem aber ist das Niveau zu Jenkinson's Zeit nicht 15 Fuss höher gewesen als jetzt, was man aus seiner Seereise ersehen kann, wo er mehrerer Inseln erwähnt, die man noch jetzt erkennt, und die nicht 15 Fuss über dem Niveau des Wassers liegen. Aber auch für eine locale Hebung des Bodens am Ostufer des Caspischen Meeres haben wir gar keine Belege, im Gegentheile würde man eher eine Senkung voraussetzen können, wenn man die zum Theil unter Wasser stehenden Ruinen berücksichtigt, wie sie am Silberhügel (Gumäsch-Tepe) beobachtet wurden. Aber, abgesehen von allen Speculationon, zeigen die neueren Aufnahmen des Karabogas-Golfs, dass es ganz unmöglich ist, dass sich derselbe 200 Werst weiter nach Osten gezogen habe, als es gegenwärtig der Fall ist. Die Aufnahme der Ufer des Karabogas und des anliegenden Theiles des Ust-Urt ist vom General Dandeville im Jahre 1859 ausgeführt worden[34]), und liegt das Original derselben, im Maassstabe von 5 Werst auf den russischen Zoll, im Archiv des Generalstabes; diese Aufnahme ist in das 12te Blatt der grossen Karte Russlands, welche von der Geographischen Gesellschaft herausgegeben, eingetragen; auf der beifolgenden Karte ist sie wiederum vom Original copirt. Dieser Karte zu Folge ziehen sich längs dem Ostufer des Karabogas, in geringer Entfernung von demselben, Höhenzüge hin, die eine grössere östliche Ausdehnung des Karabogas ganz unmöglich machen, und es wird hierdurch Karelin's[35]) Bemerkung bestätigt, dass der Amu-Daria nie habe in den Karabogas münden können, weil eine Bergkette den Fluss vom Meere trennte. Noch eine andere Bemerkung zeigt, dass es nicht der Karabogas gewesen, den Jenkinson berührt hat. Jenkinson sagt, dass er in diesem Busen schönes, frisches Trinkwasser gefunden habe; er sagt nicht, dass hier Brunnen mit

---

32) Zimmermann. Denkschrift über den unteren Lauf des Oxus.

33) E. Lenz. Mémoires de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg. 1833. VIme série. t. II.

34) Schon früher, 1847, wurde der Karabogas von Sherebzow aufgenommen, doch bezieht sich die Aufnahme nur auf die Ufer des Karabogas.

35) Ermann's Archiv. 1843. 2tes Heft.

gutem Wasser gewesen, auch nicht aus Wasserleitungen hat er dasselbe erhalten, sondern der Golf selbst hat es ihm geboten; es zeigt dies ganz deutlich die Satzbildung. Wo aber hat man je gehört, dass der Karabogas gutes Trinkwasser enthalte? Nach allen Angaben ist das Wasser des Karabogas im Gegentheil salzreicher als irgend wo im Caspischen Meere, auch scheinen hier, nach den Gerüchten, die von Turkmenen gesammelt sind, verschiedene Gasausströmungen stattzufinden, alle Fische und Vögel sollen diesen Ort fliehen. Wenn es nun nicht der Karabogas gewesen, den Jenkinson berührt hat, wo konnte er dann diesen See, 5 Tagereisen von Urgendsh, treffen, der schönes frisches Wasser enthielt und so gross war, dass Jenkinson ihn für einen Busen des Caspischen Meeres hätte halten können? Keine Karte zeigt denselben. Hat man daher nicht Grund zu der Annahme, dass Jenkinson am Aral-See gewesen ist und den gewöhnlichen Caravanenweg eingeschlagen hat, welcher von Mangischlak über den Ust-Urt an den Aral-See führt, dann über Aibughir oder westlicher am Tschink hinab nach Urgendsh; hat Jenkinson nicht den Aral-See, von dessen Existenz er offenbar nichts ahnte, für einen Busen des Caspischen Meeres gehalten? Diese Annahme mag gewagt erscheinen, auch stimmt sie durchaus nicht mit der Karte Jenkinson's, aber eine andere Auslegung weiss ich der Stelle nicht zu geben, und zudem wird diese Annahme noch durch einige Umstände unterstützt. Die Entfernung von 3 Tagereisen zwischen dem vermeintlichen Busen des Caspischen Meeres und dem Schlosse Sellizure am Tschink würde in solchem Falle sehr wohl stimmen, sowie auch die Angabe über die Zollwächter, welche Jenkinson hier getroffen; dieselben lebten nicht beständig an diesem Orte, da sie nach Erhebung der Zollgebühren wieder fortzogen, müssen aber doch den Weg stets im Auge gehabt haben, da sie wohl nicht zufällig auf Jenkinson's Caravane gestossen sein werden. Jenkinson, der als Kaufmann und im Auftrage einer Handelsgesellschaft reiste, und alles auf den Handel Bezügliche daher sehr sorfältig beachtete, erwähnt noch an einer zweiten Stelle seines Berichtes der Orte wo Zoll entrichtet wird, und nennt hier wieder den Busen des Caspischen Meeres. Es beweist dies, dass Jenkinson auf dem gewöhnlichen Handelswege zwischen Mangischlak und Urgendsh reiste, denn Zollämter befinden sich stets auf den Handelsstrassen. Noch gegenwärtig führt der Handelsweg von Urgendsh zum Aral-See und von dort über den Ust-Urt, und es ist kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass vor 300 Jahren der Weg ein anderer gewesen sein sollte; Handelswege im Orient sind ebenso constant wie Flussläufe. Die oben ausgesprochene Ansicht über Jenkinson's vermeintlichen Busen des Caspischen Meeres wird ferner noch dadurch unterstützt, dass die Karten aus dem vorigen Jahrhundert und aus der ersten Hälfte des jetzigen den Aibughir oder Laudan-See, der noch Makscheeff zu Folge mit dem Aral-See nicht ganz zusammenhing, nicht kennen, und statt seiner mehrere andere, grössere oder kleinere, aufweisen, welche Jenkinson vielleicht berührte und für einen Theil des Caspischen Meeres hielt. Vielleicht wurde damals durch ein stärker entwickeltes Irrigationssystem, für welches Jenkinson selbst Zeugniss ablegt, dem Amu-Daria so viel Wasser entzogen, dass sein westlicher Arm nicht im Stande war, den Lau-

dan-See zu bilden, und in Folge dessen in einen grösseren, vom Aral getrennten See auslief. Jedenfalls ist Jenkinson auf seiner Reise von Mangischlak nach Urgendsh nicht an einem Busen des Caspischen Meeres gewesen, auch hat er nicht die frühere Mündung des Amu-Daria in diesen Busen gesehen; wenn er von einer solchen Mündung spricht, so steht er unter dem Einflusse der in Europa in jener Zeit verbreiteten Ansicht, oder er erzählt die Traditionen, welche unter den Turkmenen und Chiwensern über den alten Lauf des Amu gang und gäbe sind. Es darf demnach Jenkinson nicht als Augenzeuge citirt werden, wie dies in der Regel geschieht, und seine Aussagen haben nicht mehr Gewicht, als die anderer Schriftsteller, welche nach Hörensagen über den alten Lauf des Amu-Daria berichten. Nur so viel lässt sich aus Jenkinson's Bericht mit Sicherheit folgern, dass zu jener Zeit der Amu-Daria nicht mehr in das Caspische Meer mündete, sonst hätte Jenkinson davon nicht als von einer vergangenen Erscheinung sprechen können, zu einer Zeit, wo allgemein in Europa ein solcher Ausfluss noch angenommen wurde.

Diese Folgerung scheint mir in der That über allen Zweifel sicher zu sein, und dennoch hat sie in der Geographischen Gesellschaft, wo ich eine kurze Mittheilung über diesen Gegenstand machte, von Seiten einiger Mitglieder Widerspruch erfahren, und man hat mir dabei die Einwendung gemacht, dass auf diese Angaben Jenkinson's kein Gewicht zu legen sei, da sie auf Erzählungen von Turkmenen beruhen, denen durchaus nicht zu trauen sei. Indessen, was die Mündung des Amu-Daria in den Aral-See anbetrifft, so kann ich dem mir gemachten Einwande keine Bedeutung zuschreiben, da die Unzuverlässigkeit der Erzählungen der Turkmenen nur diejenige Bemerkung Jenkinson's können zweifelhaft erscheinen lassen, in welcher er von der früheren Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer spricht. Wenn zu der Zeit Jenkinson's der Amu-Daria in das Caspische Meer mündete, wie konnten die Turkmenen dann auf den Gedanken kommen, diese Mündung des Flusses als eine frühere zu bezeichnen? Welcher Umstand hätte eine solche Tradition veranlassen können? Nur dann könnte man den Berichten Jenkinson's die angeführten Bedenken entgegenstellen, wenn seine Aussage dazu dienen sollte, eine frühere Mündung des Amu in das Caspische Meer zu beweisen, denn eine solche Mündung hätte durch das uns bekannte trockene Flussbett veranlasst sein können, wie in der That eine solche Tradition im Lande verbreitet ist, nicht aber wenn Jenkinson das Gegentheil behauptet. Aus diesen Gründen, und weil ich eben den Erzählungen der Einwohner wenig Glauben beimesse, ziehe ich aus Jenkinson's Bericht nur die eine Folgerung, dass der Amu zu seiner Zeit, d. h. im Jahre 1559, in den Aral-See mündete, und betrachte die Bemerkung über den früheren Lauf nicht als ein Zeugniss für eine einstige Mündung in das Caspische Meer.

Für die wichtigste Quelle zur Geschichte des Amu-Daria ist stets Abulghasi-Bahader-Chan's Genealogie der tartarischen Herrscher, aus der Mitte des 17. Jahrhunderts, gehalten worden. Diesem Autor ist das ganze Gebiet der Aralo-Caspischen Niederung sehr genau bekannt; er hat es nicht nur beherrscht, sondern hat es auch, durch verschiedene Wendungen seines Geschickes veranlasst, in allen Richtungen durchreist.

Wir sehen ihn an der Spitze seiner Truppen am Amu-Daria hinaufziehen, um seine Brüder zu bekriegen, dann wieder als Flüchtling in Buchara und am Ssir-Daria Schutz suchen, darauf erscheint er, aus Persien fliehend, in Begleitung weniger treuer Diener in der Nähe von Merv, von dort wendet er sich an das Ufer des Caspischen Meeres, um dann nach Urgendsh zurückzukehren. Bei diesen Reisen musste er offenbar eine genaue Kenntniss des ganzen Aralo-Caspischen Beckens gewinnen, und daher wird seinem Zeugniss grosser Werth zugeschrieben. Zudem ist Abulghasi ein durchaus unbefangener Zeuge, auf dessen Ansichten die in Europa herrschende Meinung über die Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer keinen Einfluss ausübte. Die wichtigsten Stellen in Abulghasi's Werk, welche auf unsere Frage Bezug haben, sind folgende:

1) «En 880 de l'hégire (1470 n. Ch.) les communications entre Ourgendj et le pays «d'Abulkhan étaient très fréquentées, et voici pourquoi: le fleuve Amou, après avoir «passé sous les murs d'Ourgendj, se dirigeait vers la partie orientale de la montagne «d'Aboulkhan, puis vers le Sud, en contournant le pied de cette montagne, puis vers «l'Ouest. Il passait d'Oghourdja et enfin déchargeait ses eaux dans la mer de Mazen-«deran. Les deux rives du fleuve jusqu'à Ougourdja étaient couvertes de vignes, de «champs cultivés et de vergers. Durant l'été les riverains allaient camper avec leurs «troupeaux dans ces vallées; en automne, saison des cousins, ils se retiraient vers des «puits, situés à deux journées de distance du fleuve, et en hiver ils revenaient sur ses «bords. Ce pays était alors d'une fertilité prodigieuse et très peuplé. Depuis Pischgah «(sur le littoral de la Caspienne[36]) jusqu'à Carakitschit les deux rives du fleuve étaient «habitées par les Adhalik Khosar (les Khosars des îles); depuis Carakitschit jusqu'au «revers occidental de la montagne d'Aboulkhan, par la tribu d'Aly, et de là enfin «jusqu'à l'embouchure du fleuve dans la mer, par une peuplade dont l'industrie con-«sistait à élever des chameaux[37]).

2) «Le lieu d'embouchure du fleuve reçut le nom d'Aral six mois après la mort d'Esfen-«diar[38]). (Das wäre im Jahre 1033 d. H. oder 1622 n. Chr.).

3) «Je vins au monde dans le pays d'Ourgendj, l'an 1014 de l'hégire (1605 de J.-C.), «année du lièvre, un lundi 15 du mois de rébi-ul-ewel, le soleil étant dans le signe du «lion, au moment du lever de cet astre. Trente ans auparavant, la tribu des Oigurs «noires, qu'on nomme Tokai, avait sa résidence auprés d'une tour, située sur le bord «de l'Amou: c'est à partir de ce lieu que les eaux du fleuve, qui se dirigeaient ancien-«nement vers la ville de Thouk, et de là vers la mer, ayant été détournées, il en est «résulté que le pays d'Ourgendj est devenu totalement désert. Pour rémedier à cet

36) Die Bemerkung Jaubert's, dass Pischgah am Ufer des Caspischen Meeres gelegen habe, ist nicht richtig, da Abulghasi an einer anderen Stelle Pischgah nur eine Tagereise von Urgendsh angiebt. (Siehe Leydener Uebersetzung pag. 705).

37) Jaubert im Nouveau journal asiatique XII.

38) Idem.

«inconvénient, le gouverneur de la province fait cultiver les bords supérieurs du fleuve. «Lorsque la récolte est terminée, on en apporte les produits à la ville[39]).

4) «Der Fürst wurde von den Turkmenen im Lande Arall, an der Mündung des Amu in «das Meer von Masanderan, zum Khan ausgerufen»[40]).

In Bezug auf die citirten Stellen sind mehrere Bemerkungen zu machen. St. Martin hielt diese Stellen, wie Humbold mittheilt, für unächt und erklärte sie für eingeschoben von den Uebersetzern des Abulghasi; hierdurch wurde Humboldt veranlasst, die Stellen nochmals revidiren zu lassen. Nachdem nun die Uebersetzungen nach dem Kasaner Manuscript gemacht sind, lässt sich an der Aechtheit derselben nicht mehr zweifeln; auch zieht sich durch das ganze Werk Abulghasi's die Erzählung von der früheren Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer durch, und es lassen sich noch sehr viele andere Stellen anführen, wo überall in demselben Sinne geredet ist. Daher liegt keine Veranlassung vor, die angeführten Stellen für unächt oder eingeschoben zu erklären. Die dritte Stelle wird ferner verschieden gelesen; so giebt Humboldt, nach einer handschriftlichen Uebersetzung Klaproth's, den wesentlichsten Theil dieser Stelle in folgender Gestalt wieder: «Dreissig «Jahre früher (also im Jahre 1575) hat der Amu an der Stelle, wo sich an demselben ein «sehr hoher Thurm (ein Minaret) erhebt, unterhalb dessen der Ort Kara-Uigur-Tokai «(d. i. Krümmung der schwarzen Uiguren) liegt, einen Arm abgesandt, welcher an der «Stadt Tuk vorbeigeht und sich in das Ssir-Meer ergiesst»[41]). Hierzu macht Humboldt noch die Bemerkung, dass der Kasaner Türkische Text die Worte *Ssir-Meer* enthält. Demnach floss, nach Jaubert's Uebersetzung, der Fluss früher bei Tuk vorbei in das Meer (von Masanderan) und wurde beim Thurme abgelenkt, worauf er dann in das Aral-Meer mündete; während nach Klaproth der Fluss früher bei Tuk nicht vorbeifloss und erst nach der Ableitung diesen Ort berührte, um sich darauf in den Aral-See zu ergiessen. Mit der Uebersetzung Klaproth's stimmt diejenige Senkowsky's überein, welche Herr Eichwald[42]) anführt. Dennoch, glaube ich, muss man der Uebersetzung Jaubert's den Vorzug geben, wenn man die Lage von Tuk in Erwägung zieht. Abulghasi erwähnt nämlich[43]), dass man von einem der Thürme Tuk's die Stadt Urgendsh sehen könne, demnach kann die Entfernung Tuk's von Urgendsh wohl kaum mehr als 20—30 Werst betragen haben, was auch sehr gut mit der Angabe stimmt, dass man von Tuk am Abend ausreitend um Mitternacht in Urgendsh ist. Gegenwärtig beträgt die Entfernung von Urgendsh bis zu der Stelle des Amu-Daria, wo der Laudan-Arm von ihm ausgeht, der in einem Theile des alten Bettes läuft, gegen 70 Werst, so dass Tuk nicht gut am jetzigen Amu-Daria gelegen haben kann, wohl aber am früheren Laufe des Flusses, wie Jaubert es angiebt.

---

39) Jaubert im Nouveau journal asiatique XII.
40) Humboldt. Centralasien I.
41) Humboldt. Centralasien. I.
42) Eichwald. Alte Geographie des Caspischen Meeres.
43) Leydener Uebersetzung pag. 591.

Von den angeführten vier Stellen wird in der ersten der alte Lauf des Amu-Daria beschrieben, von Urgendsh an bis zum Caspischen Meere; die zweite Stelle giebt die Zeit der Veränderung des Bettes an, die dritte die Zeit sowohl wie den Ort, wo die Ablenkung des Stromes stattfand, und die vierte endlich giebt den Beweis einer früheren Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer. Suchen wir die Zeit der Veränderung des Bettes zu bestimmen, so sehen wir, dass um das Jahr 880 d. H., d. i. 1470 n. Chr., der Amu ins Caspische Meer mündete, dass die Ablenkung desselben nach dem dritten Citate in das Jahr 1575 fällt, nach dem zweiten Citate aber in das Jahr 1622. Es lassen sich noch einige Stellen aus Abulghasi's Genealogie anführen, aus welchen diese Zeit bestimmt werden kann, und die ich nach der Leydener Uebersetzung von 1726 citire. So wird von den Söhnen Dshingis-Chan's berichtet, dass sie (1221), um Urgendsh zu erobern, einen Versuch machten, den Amu abzulenken (pg. 281). Pag. 543 wird unter den am Amu liegenden Städten Urgendsh genannt (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts). Pag. 560 wird ausdrücklich erwähnt, dass der Amu bei Urgendsh vorbeifloss, und dass an ihm Din-Muhamet hinzog (etwa 1540). Pag. 580 wird erzählt, dass Din-Muhamet im Jahre 1543, von Pischga kommend, Urgendsh nicht erreichen kann, da es ihm an Schiffen zur Ueberfahrt fehlt, und dass er deshalb nach Kajuk zieht. Nun wissen wir, dass Urgendsh am rechten Ufer des Amu lag; Pischga lag stromabwärts und, wie aus dieser Stelle zu ersehen ist, am linken Ufer des Flusses, Kajuk lag oberhalb Urgendsh am Amu. Es folgt daher aus dieser Stelle, dass südlich von Urgendsh im Jahre 1543 der Amu noch floss und ziemlich wasserreich war. Ferner wird pag. 623 berichtet, dass Aly-Sultan, welcher 1572 starb, auf dem Wege von Urgendsh nach Astrabad den Amu-Daria überschreiten musste. Noch im Jahre 1627 wird von einer Mündung dieses Flusses in das Caspische Meer gesprochen. Demnach stimmen alle diese Angaben so weit unter einander überein, dass bis zum Jahre 1575 der Amu-Daria in das Caspische Meer mündete und dass er in diesem Jahre seinen Weg in den Aral-See nahm. Im Widerspruch hiermit steht dann die Angabe, dass 1627 der Amu noch ins Caspische Meer floss, so wie auch diejenige, dass 1622 die Veränderung in der Richtung des Stromes eintrat. Beide Angaben aber über die Zeit der Stromveränderung, sowohl 1575 als 1622, sind falsch, da wir aus Jenkinson's Reisen wissen, dass der Amu im Jahre 1559 nicht mehr ins Caspische Meer mündete, auch muss die Zeit, wo die Ablenkung stattfand, wohl viele Jahre früher angenommen werden, da bei Jenkinson's Besuch Urgendsh nicht viel mehr als ein Ruinenhaufen war, während doch Abulghasi ausdrücklich erwähnt, dass die Stadt nicht sogleich verlassen wurde, nachdem der Amu sich ein neues Bett gewählt hatte. Liest man das Werk Abulghasi's unbefangen, so muss man zu der Ueberzeugung kommen, dass der Verfasser wohl von einer früheren Mündung in das Caspische Meer gehört hat, dass er aber nicht gewusst, wann dieselbe vom Flusse verlassen worden ist; hierfür spricht auch der Umstand, dass Abulghasi von den Städten am unteren Lauf des Amu-Daria nichts weiss, indem die am weitesten am unteren Laufe gelegenen Städte, deren er erwähnt, Urgendsh und Pischga sind, welches letztere jedoch nur

eine Tagereise von Urgendsh entfernt war. Ebenso ist es sehr auffallend, dass Abulghasi an keiner Stelle seines Werkes den Grund anführt, warum der Amu-Daria sein Bett verlassen hat; daraus, glaube ich, kann man den Schluss ziehen, dass der Grund nicht eine künstliche Abdämmung gewesen ist, sonst würde Abulghasi wohl dessen erwähnt haben. Aus der zweiten und vierten der citirten Stellen ist nichts zu folgern, da sie im Widerspruch zu einander stehen; die eine sagt nämlich aus, dass Abulghasi im Lande Aral am Caspischen Meere zum Chan ausgerufen worden, während nach der anderen das Land Aral an die neue Mündung des Amu-Daria in den Aral-See versetzt wird. Die grosse Unsicherheit in allen diesen Angaben, zu welcher noch andere Verwirrungen hinzukommen, wie die Identificirung des Amu-Daria mit dem Kisil-Daria, dann wieder die Angabe, dass der Kisil in den Amu fliesst, oder an einer anderen Stelle, dass der Kisil in das Caspische Meer strömt, alle diese Umstände benehmen der Quelle viel von dem Werthe, welchen sie haben könnte, wenn sie gründlich studirt würde; dazu ist aber vor allen Dingen erforderlich, die Autoren zu prüfen, auf welche sich Abulghasi stützt und deren er in seinem Werke gedenkt; es ist mir jedoch nicht bekannt, dass diese Quellen aufgefunden wären. Berücksichtigt man nun, dass Abulghasi über die Veranlassung, welche den Amu-Daria abgelenkt hat, nichts zu sagen weiss, das ihm auch die Zeit, wann diese Erscheinung eingetreten ist, nicht sicher bekannt ist, so kann man aus seinen Angaben mit Sicherheit nur folgern, dass zu Abulghasi's Zeit der Amu-Daria nicht mehr in das Caspische Meer mündete, dass aber Traditionen über eine solche Mündung damals ebenso herrschten, wie noch gegenwärtig. «Was sich uns als eine Tradition darstellt», sagt Humboldt, «ist häufig nur der Wie«derschein des Eindrucks, den der Anblick der Gegenden zurückgelassen hat». Die Veranlassung zu dieser Tradition ist tiefer begründet, es ist nicht ein allgemeiner Eindruck, sondern die genaue Kenntniss eines trocken liegenden Bettes, welches in der Nähe des Amu-Daria beginnt und am Caspischen Meere endet; an der Existenz dieses Bettes lässt sich gegenwärtig kaum noch zweifeln, nachdem dasselbe in neuerer Zeit, d. h. seit etwa 150 Jahren, zu wiederholten Malen gesehen worden ist, und zwar, so weit es bekannt ist, ganz so wie Abulghasi den alten Lauf des Amu beschreibt, wenn man unter den Abulkhan-Bergen nicht das Balkhan-Gebirge versteht, sondern, wie Zimmermann es auffasst, die Südausläufer des Ust-Urt[44]).

Ich füge zu den schon genannten Angaben, noch diejenigen Traditionen über die Zeit der Stromveränderung des Amu-Daria hinzu, welche spätere Reisende aus dem Munde der dortigen Einwohner gehört haben: Woodcrof giebt 1743, nach Hanway, an, dass er von den Turkmenen gehört habe, der Amu-Daria habe vor 100 Jahren, also 1643, aufgehört, in das Caspische Meer zu fliessen; Mourawjeff erfuhr einmal, es sei vor undenklichen Zeiten geschehen, das andere Mal, im Jahre 1290; noch eine andere Quelle, die ich gelesen, deren Citat ich aber nicht mehr aufzufinden vermag, giebt das Jahr 1220 an.

---

44) Denkschrift über den Oxus.

Stellt man nun alle Angaben chronologisch zusammen, die Aufzählung mit den orientalischen Schriftstellern beginnend, indem man die classischen Autoren als zu unsicher fortlässt, so erhält man folgende Tafel:

Mündung des Amu-Daria:

In das Caspische Meer.						In den Aral-See.					
Vor	d.	Jahre	1220	nach	verlegtem Citate.	In	d.	Jahre	920	nach	Istachry.
»	»	»	1290	»	Murawjeff.	»	»	»	1154	»	Edrisi.
In	»	»	13..(?)	»	Hamdallah.	Nach	»	»	1220	»	verlegtem Citate.
»	»	»	14..(?)	»	Abul-Hassan.	»	»	»	1290	»	Murawjeff.
»	»	»	1470	»	Abulghasi.	In	»	»	1320	»	Abulfeda.
Vor	»	»	1575	»	Abulghasi.	»	»	»	13..(?)	»	Hamdallah.
In	»	»	1590	»	B. d. gr. Zeichn.	»	»	»	14..(?)	»	Abul-Hassan.
Vor	»	»	1642	»	Abulghasi.	Nach	»	»	1575	»	Abulghasi.
»	»	»	1643	»	Hanway.	In	»	»	1559	»	Jenkinson.
						Nach	»	»	1643	»	Abulghasi.
						»	»	»	1643	»	Hanway.
						»	»	»	1650	»	Kiatib-Tscheleby.

Streicht man in diesen Angaben die sich widerstreitenden Zeugnisse, indem man jedoch Jenkinson's Angabe der Mündung nur in den Aral-See volles Gewicht lässt[45]), so erhält man als Angaben über die Zeit der Veränderung des Laufes Folgendes: Bis zum Jahre 1320 weiss man nur von einer Mündung des Amu in den Aral-See[46]), von 1320 bis 14..(?) wird von einer Gabeltheilung desselben gesprochen, und im Jahre 1559 fliesst er wiederum nur in den Aral-See. Alle Quellen, Abulghasi ausgenommen, stimmen demnach darin überein, dass ein Ausfluss des Amu-Daria in den Aral-See zu jeder Zeit stattgefunden habe, dass aber dem Zeugnisse zweier Schriftsteller zu Folge im 13ten und 14ten Jahrhunderte auch eine Abzweigung des Flusses in das Caspische Meer stattgefunden, die vielleicht bis zum 16ten Jahrhundert fortgedauert hat. Das Zeugniss der zwei Autoren, welche über die Bifurcation des Amu-Daria berichten, unbedingt zu verwerfen, wage ich nicht, da die Glaubwürdigkeit derselben von Jaubert, einem so ausgezeichneten Orientalisten, bestätigt wird;

45) Ich wiederhole, dass mir die Angabe Jenkinson's, dass 1559 der Amu-Daria nicht mehr in das Caspische Meer floss, also in den Aral-See (denn wohin sonst hätte er fliessen können), über jedem vernünftigen Zweifel zu stehen scheint, da Jenkinson in Bezug auf die frühere Mündung in das Caspische Meer ganz offenbar die noch jetzt übliche Tradition der Anwohner berichtet, oder aber, dass er, was weniger wahrscheinlich ist, Concessionen der damals in Europa verbreiteten Ansicht macht, wozu keine Veranlassung vorlag; die Aussage aber, dass der Amu nun nicht mehr ins Caspische Meer mündet, bezeichnet den wahren Zustand der Dinge im Jahre 1559.

46) Ich habe für die Zeit der Abfassung von Abulghasi's Geographie das Jahr 1320 angenommen, ohne damit sagen zu wollen, dass dasselbe nicht vielleicht auch 10 Jahre früher oder später verfasst worden sein könne. Abulfeda starb 1331, 1328 gab er sein Geschichtswerk heraus, wann die Geographie geschrieben worden, habe ich nicht erfahren können.

die Unmöglichkeit einer Bifurcation während mehrerer Jahrhunderte ist auch nicht zu beweisen, dennoch ist dieselbe nicht wahrscheinlich, und es scheint mir eher ein Einfluss des Occidents, und namentlich Ptolemäus, auf diese Autoren[47]) annehmbar, als eine solche zeitweise Bifurcation, die beispiellos wäre. Indessen muss man auch zugeben, dass gerade in dem Aralischen Becken merkwürdige Wandlungen in den Strombetten vor sich gehen, wie das der grosse Nachbar des Amu, der Ssir-Daria, beweist. Nicht nur dass wir an demselben selbst häufige Veränderungen des Bettes sehen, auch seine Arme zeigen dieselben in höchst auffallender Weise. Während der Geodesist Murawin auf seiner Reise im Jahre 1740 den Dshan-Daria nicht gesehen hat, findet Baron Meyendorff im Jahre 1816 denselben als einen Fluss, der nicht kleiner als der Kuwan-Daria ist, und darauf findet derselbe Augenzeuge denselben Fluss, 4 Jahre später, fast völlig ausgetrocknet. Vom Kisil-Daria erzählt Abulghasi, dass er noch im Jahre 1605 in den Amu-Daria fiel, ausserdem scheint er, nach Butakoff, auch in den Aral-See gemündet zu haben, und jetzt ist er verschwunden, und statt seiner findet man auf der neuesten Russischen Karte[48]) von Iljin vom Jahre 1869 in 2 Blättern und im Maassstabe von 50 W. im Zoll wiederum den Dshan-Daria, der nun aber weder in den Amu-Daria, noch in den Aral-See mündet, sondern in dem kleinen See Aktscha-Kyl verläuft. Wo vor unseren Augen solche Wandlungen an Flüssen vor sich gehen, die von bedeutender Grösse sind, da muss man sich hüten, unbedingt Angaben abzustreiten, und den Maassstab anzulegen, welchen wir bei der Beurtheilung ähnlicher Erscheinungen in Europa benutzen; man darf nicht vergessen, dass wir weder die Dürre Central-Asiens, noch den wandernden Flugsand, noch den weichen und fügsamen Boden der Steppe haben.

Es ist gewiss ein merkwürdiger Zufall, denn für mehr als einen solchen möchte ich das Folgende nicht halten, dass die Epoche, für welche die Bifurcation des Amu-Daria angegeben wird, mit 2 anderen Aussagen zusammenfällt, welche leicht als Argumente für eine solche Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer angesehen werden könnten. Es ist die im 15ten Jahrhundert bedeutende Niveauhöhe des Caspischen Meeres, und das vermeintliche Verschwinden des Aral-See's nach Rowlinson's Angabe. In einer im Jahre 1833 von meinem Vater publicirten Arbeit[49]) über das Niveau des Caspischen Meeres sind folgende Höhen desselben angegeben, bezogen auf die im Jahre 1830 beobachtete:

Vor Gründung von Baku	— 50 engl. F. (?).
Im Jahe 1400	+ 15
Im Anfang d. XVIII. Jahrh.	0

47) Für Hamdallah ist es nachzuweisen, dass er Ptolemäus gekannt hat; man sieht dies aus der Ueberschrift des Capitels über das Caspische Meer.

48) Карта Туркестанскаго Генералъ-Губернаторства 186 . Ильина.

49) Mémoires de l'Académie des sciences de St.-Pétersbourg 1833. VIme série. t. II.

Im Jahre 1727	+ 10 engl. F. (?)
1732	+ 10
1747	+ 10
1770	+ 10
1780	+ 10
1820	+ 7
1830	0

Demnach finden wir gerade im Jahre 1400 ein um 15 Fuss höheres Niveau des Caspischen Meeres, und man könnte leicht versucht sein, dasselbe einer Einmündung des Amu-Daria zu jener Zeit in das Caspische Meer zuzuschreiben, wenn es nicht viel wahrscheinlicher wäre, dass die Ursache in meteorologischen Erscheinungen zu suchen ist. Auch sehen wir das ganze 18te Jahrhundert hindurch einen sehr hohen Wasserstand des Caspischen Meeres, ohne dass der Amu-Daria in dasselbe mündet. Zudem ist die Wassermenge, welche der Amu bei einer Abzweigung dem Caspischen Meere zuführen könnte, zu klein, um eine so bedeutende Erhöhung des Niveau's zu verursachen. Was ferner die Angabe über das Verschwinden des Aral-See's betrifft, von welchem Rowlinson, nach einem persischen Manuscripte, spricht, welches den Zustand Persiens im Jahre 1418 schildert, und dem zufolge der Aral-See im Jahre 1417 nicht mehr soll bestanden haben, so sieht man leicht, dass sie zu Gunsten einer Abströmung des Amu in das Caspische Meer gedeutet werden könnte. Doch ist schon aus inneren Gründen dieser Angabe nicht Glauben zu schenken, wenn man die bedeutende Tiefe des Aral-See's berücksichtigt, welche ein Abfliessen desselben unmöglich macht; zur Erklärung müsste man annehmen, dass auch der Ssir-Daria verschwunden ist, oder in den Amu mündete, und mit ihm zusam- in das Caspische Meer geflossen sei. Zu dem wissen wir aus Abul-Hassan, dass im 15ten Jahrhundert der Aral existirte. Bevor aus dieser Angabe Rowlinson's irgend welche Schlüsse gezogen werden können, ist es durchaus erforderlich, die Zuverlässigkeit der Quelle zu prüfen, und, so viel mir bekannt, ist das bis jetzt noch nicht geschehen.

Nach Allem, was bisher auseinandergesetzt worden ist, muss man folgern, dass aus den Autoren des Abend- und Morgenlandes keine sicheren Schlüsse über den früheren Lauf des Amu-Daria zu ziehen sind, dass jedoch die wahrscheinlichste Folgerung die ist, dass seit dem Jahre 920 n. Chr. der Amu-Daria beständig in den Aral-See fliesst. Dass in der Gegend des Balkhan-Golfes, wohin die frühere Mündung des Amu verlegt wird, und in Kunä-Urgendsh früher eine grosse Fruchtbarkeit herrschte und das Land stark cultivirt war, wofür zahlreiche Ruinen sprechen, ist kein Beweis einer nach dem 10ten Jahrhundert bestehenden Mündung des Amu in das Caspische Meer, denn einerseits ist über das Alter dieser Ruinen am Balkhan-Golf nichts bekannt, andererseits kann die ganze Umgegend von Urgendsh durch Canalisation aus dem Amu-Daria bewässert worden sein, und kann auch jetzt noch auf diese Weise bewässert werden.

Ausser den angeführten Documenten haben wir aber noch andere, an deren Gültigkeit kein Zweifel haften kann, und die nur einer richtigen Auslegung bedürfen, um die Antwort auf die Frage nach dem alten Laufe des Amu-Daria zu geben. Es sind dies die Spuren alter Flussbetten, welche zwischen dem jetzigen Bette des Amu-Daria und dem Caspischen Meere sich befinden, und welche von neueren Reisenden mehrfach gesehen worden sind, so von Bekowitsch's Kundschaftern, von Blankennagel, Murawjeff, Blaremberg, Karelin, Abbot, Conolly und in neuester Zeit von Vambery.

Die ältesten Angaben[50]) über trocken gelegte Flussbetten am Ostufer des Caspischen Meeres und tiefer ins Land hinein finde ich in den Berichten der Kundschafter des Fürsten Bekowitsch, welcher bekanntlich von Peter dem Grossen beauftragt war, den alten Fluss-Lauf des Amu-Daria aufzusuchen, von welchem dem Czaren berichtet worden, und den Fluss womöglich in dieses alte Bett zurückzuleiten, um so eine Wasserverbindung nach Indien zu erzielen. Das tragische Ende dieser Expedition ist bekannt. Im Jahre 1716 legte Bekowitsch bei Krasnowodsk, am Balkhanbusen, eine Festung an, nachdem er schon früher von Tük-Karagan aus Hadshi-Nefes und Fedorow (Ѳедоровъ) als Kundschafter ausgeschickt hatte, um den früheren Lauf des Amu-Daria zu untersuchen. Beim Verhöre sagten diese nun folgendes aus: «Die Expedition reiste auf dem Carawanenwege von Tük-«Karagan nach Chiwa ab. Sie erreichte, auf Cameelen reisend, nach 11 Tagen zufolge «Nefes, und in 17 nach Aussage Fedorow's, einen Fluss (nach Nefes), ein Flussbett «(урочище, nach Fedorow)[51]), Karagatsch, wo . . ein Erdwall von $1^1/_4$ Arschin Höhe und «3 Faden Breite begann. Er zog sich 5 Werst hin und war 2 Werst vom Amu-Daria ent-«fernt, wie die Einwohner aussagten; zu dieser Zeit (Mai) war der Fluss ausgetreten und «das Wasser erreichte den Wall. Die Führer schlugen vor, an dieser Stelle vom grossen «Wege rechts in die Steppe abzubiegen. Gegen 20 Werst ging die Expedition in der «Steppe bis zu dem Orte wo ein Thal (vertiefte Schlucht, низменнный долъ) beginnt, «welches sich, nach Aussage der Turkmenen, bis ganz zum Caspischen Meere hinzieht «und einst das Bett des Amu-Daria bildete. Drei Tage zogen die Reisenden immer «in dieser vertieften Schlucht fort; an beiden Seiten zogen Erhebungen, wie Uferbänke, «hin, auf welchen Ruinen von Städten und Dörfern zu sehen waren. Hin und wieder «mündeten in die Schlucht enge, trockene Klüfte (овраги), welche Kanäle zu sein schie-«nen, und wahrscheinlich in früheren Zeiten aus dem Flusse zur Bewässerung der Fel-«der gezogen waren». Hiermit erreichten die Reisenden At-Ibrahim, wo sich die Führer weigerten die Karawane weiter zu führen, weil sie Ueberfälle befürchteten. Hadshi-Nefes

50) Записки Императорскаго Русскаго Географическаго Общества 1853, t. IX.

51) Das Wort урочище genau wiederzugeben ist unmöglich, da es keinen ganz bestimmten Begriff ausdrückt. Im Allgemeinen ist урочище ein durch gewisse natürliche Grenzmarken abgesondertes Terrain, doch wird darunter auch eine natürliche Grenze verstanden, die eigentlich живое урочище heisst, abgekürzt aber auch урочище genannt wird. Da der Russe Fedorow den Ort so bezeichnet, der Tartar Nefes aber, der wohl den Ausdruck урочище nicht kannte, Fluss nennt, so habe ich es durch Flussbett übersetzt.

erwähnt nicht At-Ibrahims, bemerkt aber, dass sie drei Tagemärsche vor Karagatsch die Ruinen zweier Städte berührten: Alan und Koi, und neben ihnen einen See mit süssem Wasser fanden. Nachdem sie sich bei Karagatsch mit frischem Wasser versorgt hatten, wandten sie vom Wege ab und erreichten, in nackter (steryler) Steppe reisend, nach zwanzig Tagen Krasnowodsk. Mit den Aussagen dieser Kundschafter war Bekowitsch offenbar nicht zufrieden, denn er schickte nochmals Taranoffsky auf Kundschaft aus, um das alte Bett von At-Ibrahim bis zum Caspischen Meere in Augenschein zu nehmen, welcher jedoch nur einen Theil des Bettes vom Caspischen Meere aus besichtigen konnte. Späterhin trat Bekowitsch seinen verhängnissvollen Zug mit 3000 Mann nach Chiwa an; er ging über den Ust-Urt und längs dem Aral-See; berührte die Brunnen Tschildan, Ssan, Koschegose, Durali, Jalgys und Schemildem, die Flüsse Karakumet und Akul, welcher letztere nach Hadshi-Nefes aus dem Amu-Daria floss; darauf zogen sie drei Tage längs diesem Flusse hin und erreichten den Fluss Karagatsch, wo 60 Kosaken auf Fischfang ausgingen. Bei Karagatsch wollte Bekowitsch eine Festung anlegen. Hadshi-Nefes nennt Karagatsch einen Fluss, andere eine Schlucht, und bemerkt der erstere, dass der Fluss vier Tagemärsche von Chiwa liegt.

Die von Bekowitsch ausgesandten Kundschafter sind die einzigen Reisenden, deren specielle Aufgabe es war, einen früheren Lauf des Amu-Daria zu constatiren und denselben zu bestimmen; ihre Angaben über den früheren Lauf verdienen daher gewiss grosse Beachtung, um so mehr, als ihre Aussagen unwiderleglich dafür zeugen, dass sie die Gegend wirklich durchforscht haben. Es ist daher interessant, die von ihnen gemachten Angaben auf die Karte zu bringen.

Trotzdem, dass eine Marschroute der Expedition von Bekowitsch, sowie auch eine Aufnahme der von ihm ausgesandten Kundschafter nie gemacht worden ist, so lässt sich mit Hülfe einiger der genannten Orte die Lage des von den Kundschaftern gesehenen alten Bettes doch ziemlich genau angeben. Ich glaube in Karakumet die Schlucht Kara-Gumbet oder Kara-Umbet zu sehen, und At-Ibrahim ist wohl identisch mit dem von Abbot gesehenen Ibrahim-At, dessen auch der Graf Berg erwähnt, in einer handschriftlichen Notiz, die ich im Archiv des Generalstabes gefunden habe, in welcher Aussagen Eingeborener über das alte Bett des Amu-Daria gesammelt sind. Der erste Punkt ist von der Ignatjeff'schen Expedition nach Buchara im Jahre 1858 berührt und unter dem Namen Kara-Umbet aufgenommen worden. Es ist der Ort, wo man an den Laudan- oder Aibugir-See vom Abfall des Tschink herabsteigt. 36 Werst vom Vorgebirge Urga entfernt. Von hieraus erreichte Bekowitsch den Fluss Akul, welcher aus dem Amu-Daria floss; drei Tage zog die Expedition an diesem Flusse hin und erreichte den Fluss Karagatsch, wo 60 Kosaken auf Fischfang ausgingen, und welcher nach Hadshi-Nefes Aussage vier Tagemärsche von Chiwa liegt. Ich glaube dieser Ort wird an den Tscharkrauk zu verlegen sein, wo ich ihn auch auf einer handschriftlichen Karte, die sich im Archiv des Generalstabes befindet, verzeichnet finde; es spricht dafür auch der Umstand, dass der Ort von einigen eine Schlucht (ypo-

чище), von anderen ein Fluss genannt wird, und in der That wissen wir, dass der Tscharkrauk eine breite Schlucht ist, welche für das alte Bett des Amu-Daria gilt, und in welcher zuweilen fliessendes Wasser angetroffen wird [52]); was unter dem Flusse Akul zu verstehen ist, längs welchem die Expedition drei Tage hinzog, kann ich nicht deuten, wenn es nicht der Laudan gewesen ist. Dass in der Expedition von Bekowitsch nirgends von einem Uebergange über den Aibugir-Busen die Rede ist, oder vom Umgehen desselben, ist vielleicht der Mangelhaftigkeit der Nachrichten zuzuschreiben, wenn das Schweigen nicht daher rührt, dass dieser See zu Bekowitsch's Zeit gar nicht bestanden hat, wie ich sehr geneigt bin zu glauben, und wie ich es weiter unten motiviren werde; statt des Aibugir-See's hat vielleicht eine Reihe einzelner Seen bestanden. Dass der Karagatsch in der Nähe des Tscharkrauk gelegen war, wird ferner noch durch die Aussage Fedorow's bestätigt, welcher auch bis an diesen Ort vorgedrungen war und dort einen grossen Erdwall angetroffen hatte, der nach Aussage der Turkmenen nur 2 Werst vom Amu-Daria entfernt war. Auf einer handschriftlichen Karte des Generalstabes, welche im Jahre 1831 nach Aussagen entworfen wurde, ist ein Damm, unter der Bezeichnung des Chan'schen, verzeichnet, $1\frac{1}{4}$ Werst vom Amu-Daria entfernt, dicht an einem Sumpfe gelegen und parallel dem Amu-Daria. Etwa 20 Werst SSW davon ist ein altes Flussbett, Kunä-Daria-Lyk (altes Flussbett) angegeben, dasselbe zieht sich in der Richtung von SO nach NW, vom Punkte der geringsten Entfernung des Dammes 50 Werst weit fort, und macht eine Biegung nach SW; bei dieser Stelle, im Knie, tritt in das alte Bett der Fluss Tscharkrauk, welcher von NO nach SW fliesst. Der Tscharkrauk wird aus zwei Zuflüssen gebildet, deren einer aus dem Laudan fliesst, der andere Zufluss ist nur 10 Werst lang und entspringt aus einem, Sara-Kul genannten See, in welchen auch ein Theil des Laudan mündet. Eine Copie dieses Theiles der Karte, welche die Aussagen der Kundschafter Bekowitsch's so schön bestätigt, während sie doch nicht ihrer Aussage entnommen ist, lege ich hier in verkleinertem Maassstabe bei. In der Umgegend dieses Ortes, von dem Damme nach Osten hin, werden nur Ruinen verzeichnet, und konnten daher die Kundschafter wohl wagen bis hierher vorzudringen, ebenso konnte auch Bekowitsch wagen, 60 Kosaken zum Fischfang auszuschicken; weiterhin war die Gegend stärker bevölkert, und daher riethen denn auch die Turkmenen den Kundschaftern Bekowitsch's vom Wege rechts abzubiegen, d. h. nach O oder SO hin, da sie von N oder NO kamen. Von diesem Orte gingen die Reisenden 20 Werst in der Steppe. Darauf zogen sie 3 Tage lang im alten Flussbett hin, bis sie zu Ibrahim-At kamen; auch diese Angabe stimmt sehr befriedigend mit der Angabe Abbot's überein; obgleich man die Position Ibrahim-Ats nach Abbot nicht genau angeben kann, so muss es doch, wie unten gezeigt werden wird, sehr nahe mit der Angabe Fedorow's übereinstimmen, wenn man einen Tagemarsch des Letzteren zu 30 Werst annimmt, was für ermüdete Cameele nicht zu wenig ist. Auch in der oben erwähnten

52) So hat das alte Bett z. B. Basiner gesehen. Bär und Helmersen. Beiträge zur Kenntniss des russischen Reiches. B. 15. 1848.

handschriftlichen Notiz des Obristen, gegenwärtig Feldmarschall und Grafen Berg, ist die Entfernung Ibrahim-Ats vom Amu zu 115 Werst angegeben.

Soviel lässt sich aus Bekowitsch's Expedition über das gesehene Flussbett folgern, und demgemäss habe ich auch dasselbe auf der beifolgenden Karte eingetragen, indem ich jedoch die Richtung über das Bett, von welcher weder Fedorow noch Hadshi-Nefes sprechen, nach der handschriftlichen Karte von 1831 angenommen habe.

Seit Bekowitsch's Expedition verging ein volles Jahrhundert, ohne neue, sichere Zeugnisse über die alten Flussbetten im Osten des Caspischen Meeres zu bringen, und erst die Reise Murawjeff's im Jahre 1819 giebt wieder Belege für die Existenz des alten Bettes, nach denen man dasselbe in die Karte eintragen kann. Die Expedition Murawin's und Gladyscheff's im Jahre 1740, welcher wir anderweitige interessante Aufschlüsse verdanken, ist von Osten an den Amu-Daria gekommen und hat ihn kaum überschritten. Benevini berichtet 1725 nur nach Hörensagen, Danila Rukawkin will 1753 die Verbindung des Aral-See's mit dem Caspischen Meere mit eigenen Augen gesehen haben, doch ist aus seinen Aussagen nichts zu folgern. Dubrowin's Karte, welche Herr Eichwald in das Jahr 1692 verlegt, zeigt auch eine Verbindung dieser beiden Meere, doch ist es nicht bekannt, auf welchen Quellen dieselbe basirt. Blankennagel, dessen Reisebeschreibung 1858 von Grigorieff herausgegeben wurde, läugnet entschieden die Möglichkeit einer solchen Verbindung, giebt aber zu, dass der Amu mit einem Arme mag in das Caspische Meer geflossen sein, und erwähnt, dass er selbst das alte Flussbett auf dem Wege nach Chiwa und auf der Rückreise nicht nur gesehen, sondern auch überschritten habe; wo dies geschehen, giebt er jedoch nicht an. Murawjeff führt in seiner Reisebeschreibung vier Stellen an, wo er alte Flussbetten gesehen hat, von denen jedoch eins entschieden nicht dem Amu-Daria angehören kann, sondern wahrscheinlich einem kleinen Zufluss desselben. In seinem Itinerar, welches mir aus einer handschriftlichen Copie im Archive des General-Stabes bekant ist, giebt Murawjeff die Entfernungen aus der Dauer des Marsches an, indem er für den Gang der Cameele 4 Werst per Stunde annimmt; diese Geschwindigkeit ist indessen zu gross, wie alle neueren Reisenden es bestätigen, und wie ich selbst Gelegenheit gehabt habe, mich auf einer Reise zwischen Sedshestan und Kirman davon zu überzeugen. Bei grösseren Reisen kann man für den Gang des Cameeles nicht mehr als 3 Werst annehmen, indem dieses Thier nur die ersten Tage $3^1/_4$, vielleicht $3^1/_2$ Werst zurückzulegen im Stande ist. Demnach sind alle von Murawjeff gegebenen Entfernungen in dem Verhältniss von 3 zu 4 zu verringern, und es wird diese Correction auch aus Murawjeff's eigenem Itinerar ersichtlich. In der That beträgt die von Murawjeff zwischen dem Balkan'schen Meerbusen und Chiwa zurückgelegte Strecke, dem Itinerar zu Folge 812 Werst, während sie in Wirklichkeit gegen 600 Werst betragen haben muss, also fast genau im Verhältniss von 3 : 4 geringer ist. Ich habe nun Murawjeff's Marschroute neu eingetragen, sowohl mit Berücksichtigung dieser Correction, als auch der Richtungen, welche in der angeführten handschriftlichen Copie angegeben sind, die detailirter ist, als wie sie in der Reise-

beschreibung[53]) mitgetheilt ist. Zudem ist nun auch die Lage von Dirin aus Dandeville's Aufnahme genau bekannt, wodurch die Orientirung für Murawjeff's Tour wesentlich erleichtert wird. Durch diese, richtigere, Eintragung sind auch die von Murawjeff gesehenen Flussbetten nicht unbedeutend verschoben worden. Solcher Flussbetten hat Murawjeff, wie erwähnt, 4 gesehen. Das eine südlich von seiner später unternommenen Reise nach Chiwa, am Balkanbusen, bei der Mündung in denselben, das zweite bei Dirin, das dritte Bett nennt er Ussboi, das letzte endlich Engündsh. Das erste Bett ist uns aus späteren Reisen sehr gut bekannt, das zweite richtete sich von N. nach S., es gehört gewiss nicht dem Amu-Daria, sondern einem Zufluss zu demselben, wie das die Aufnahme Dandeville's aufs unwiderleglichste zeigt, indem es das Bett eines aus den östlich vom Karabogas gelegenen Bergen entspringenden Flusses ist, welcher Anfangs von N. nach S. floss, und dann nach O. wandte, um sich wahrscheinlich mit dem Amu-Daria zu vereinigen und dann bei den Balkhan-Bergen vorbei in das Caspische Meer zu fliessen. Das dritte Flussbett, welches Murawjeff bei Besch-Dischik gesehen hat und welches hier Uss-Boi genannt wurde, hatte die Richtung von NO. nach SW., muss sehr nahe an demselben Punkte gelegen haben, wo Bekowitsch's Kundschafter das Bett verliessen, und wo auch später Abbot es aus den Augen verlor, d. h. bei Ibrahim-At. Mit demselben Namen, Uss-Boi belegten, nach Murawjeff, die Turkmenen das Flussbett bei der Mündung in den Balkhan-Busen. Derselbe Name findet sich vielleicht in der erwähnten handschriftlichen Notiz des Grafen Berg, wo der Ort Bisch-Tisik genannt wird, und, längs dem alten Flussbette gerechnet, 125 Werst von Ibrahim-At entfernt ist. Das letzte Flussbett, welches Murawjeff auf seinem Rückwege gesehen hat, kann nur mit geringerer Genauigkeit eingetragen werden, da Murawjeff bei der Eile der Rückreise die zurückgelegten Entfernungen nicht mehr notirt hat; ich habe diesen Ort nach Murawjeff's Karte eingetragen, indem ich die Entfernungen von Tuër und Chiwa in dem Verhältniss von 3 : 4 verändert habe. Auch hier hat das gesehene Bett die Richtung von NO. nach SW. Trägt man die von Murawjeff gesehenen Spuren diesen Bemerkungen gemäss in die Karte ein, so bilden sie beinahe die Fortsetzung zu einander, wodurch es sehr wahrscheinlich wird, dass sie ein und demselben Flusse angehören; da ferner das Flussbett Uss-boi mit dem von Fedorow bei Ibrahim-At gesehenen fast zusammenfällt, und da letzteres bis beinahe zum Amu verfolgt worden ist, so hat man es hier wohl sicher mit einem Bette dieses Flusses zu thun, wie das in der That von den Turkmenen allgemein geglaubt wird, und wofür auch dieselbe Bezeichnung des Bettes an weit von einander liegenden Punkten spricht. Das frühere Meeresufer, welches Murawjeff bei Beschdischik angetroffen hat, ist wohl der Tschink, der sich hier von O. nach W. zieht; bei richtiger Eintragung der Murawjeff'schen Marschroute fällt dieses Ufer in der That sehr genau mit dem Tschink zusammen wie er auf der Karte von Turkestan von Iljin verzeichnet ist; diesem Zusammenfallen ist übrigens nicht grosses Gewicht zu geben, da der Südabfall des Tschink kaum gekannt ist.

---

53) Murawjeff. Voyage en Turcomanie et Khiva 1823.

Abbot hat ein altes Flussbett 5 Tage hindurch auf seinem Wege längs dem Südabfalle des Ust-Urt gesehen, stets in der Richtung von O. nach W. sich hinziehend und nur zuletzt nach SW. abweichend, in gerader Richtung auf den Balkan-Busen gerichtet und sich an den Tschink dicht anschmiegend. Diese Stelle des Flussbettes muss die nämliche sein, in welcher auch Bekowitsch's Kundschafter in demselben hinzogen, da auch Abbot nach Ibrahim-At gelangt, welches die erwähnten Reisenden berührten. Von hier während zweier Tage sieht Abbot noch am letzten Tage in weiterer Entfernung in der Richtung von S. bei W., das alte Bett des Amu-Daria. Ibrahim-At liegt nach der beifolgenden Karte nordöstlich von Besch-Dischik Murawjeff's, Eichwald verlegt letzteren Ort zu weit nach O., beinahe in den Meridian von Urgendsh. Da die Entfernung, welche Abbot am 20. März zurückgelegt hat, nicht angegeben ist, so lässt sich die Lage von Ibrahim-At nicht genau angeben. Ich habe sie aus Zimmermann's Karte genommen.

Vambery[54]) hat das alte Bett des Oxus an drei Stellen berührt. Der erste Punkt liegt östlich von dem Ilmen-See, bevor das alte Bett sich in zwei Arme theilt; an dieser Stelle hat das Bett die Richtung von WSW. nach ONO. und führt hier den Namen Döden, welchen ich in Doudän wiederfinde, in einer Beschreibung[55]) des Chanats Chiwa, von einem ungenannten Autor, der aber sehr ausgezeichnete Kenntnisse dieses Gebietes verräth und dieselben offenbar aus unmittelbarer Anschauung kennt. Nach dieser Angabe heisst so ein altes Flussbett zwischen den Canälen Kasawat und Schawat. Denselben Namen finde ich auch auf der handschriftlichen Karte von 1831, deren Copie hier beigefügt ist, wo unter dieser Benennung ein altes Flussbett bezeichnet ist, gleichfalls zwischen denselben zwei Canälen gelegen. Auf der Karte von Gens[56]) fehlt dieses Flussbett, doch ist seiner im Texte gedacht. Auf der Karte Chanykoff's[57]) vom Jahre 1851 fehlt dieses Bett gleichfalls. Auf der Marschroute von Ignatjeff finde ich dieses Flussbett nicht verzeichnet, doch zieht sich zwischen den Canälen Kasawat und Schawat, welcher wohl unter dem Namen Schah-Abad zu verstehen ist, eine Sandwüste, welche an einem von den Punkten, an welchen die Expedition diese Stelle durchschritt, einen Süsswasser-See, Aïr, zeigt, der wohl vielleicht auf das alte Bett deuten könnte, da derselbe von keinem Canal genährt wird. Die zweite Stelle, an welcher Vambery das alte Flussbett gesehen hat, liegt fast genau zwischen den zwei von Murawjeff gesehenen Spuren, zwischen Uss-Boi und Engündsh, hier zieht sich das Bett von NNW. nach SSO., und bildet somit gleichsam ein Verbindungsglied zwischen den zwei von Murawjeff gesehenen Betten. Die dritte von Vambery angeführte Stelle eines alten Flussbettes liegt schon dicht am Amu bei Kanli; im Texte ist über diese Stelle nicht die Rede, doch ist sie auf der Karte verzeichnet, so dass ich nicht sagen kann, ob Vambery hier das Flussbett gesehen hat, oder ob er es anderen Karten nachzeichnet; übrigens hat die Karte hier einige Fehler und bedarf

54) Vambery. Reisen in Mittelasien.

55) Журналъ Департамента Внѣшней Торговли и Мануфактуръ 1843.

56) Bär und Helmersen. Beiträge B. 2. 1839.

57) Карта Аральскаго моря и Хивинскаго Ханства. Ханыкова. 1851.

der Correctionen; um die Marschroute Vambery's einzutragen, habe ich die Richtungen, in welchen er wanderte, beibehalten, und die Entfernungen ein wenig modificiren müssen. So werthvoll Vambery's bewunderungswerthe Reise ist, so bieten gerade die Marschrouten am wenigsten Sicherheit, was den Verhältnissen des Ländergebietes zuzuschreiben ist; man kann eben im Orient kaum ethnographische Arbeiten mit topographischen vereinigen; für ersteren Zweck ist es gewiss am meisten nutzbringend als Hadshi zu reisen, wenn man den Muth und das Geschick dazu hat; für letzteren Zweck muss man sich einer Gesandtschaft anschliessen, wobei man freilich das Volk nicht kennen lernt. Auf Vambery's Karte ist das Flussbett des Amu noch auf einer Stelle verzeichnet, obgleich er hier im Text nicht ausdrücklich sagt, ein Bett gesehen zu haben; es ist dies der Ort, wo Vambery den See Schor-Göl (Salz-See) getroffen hat; ob es vielleicht der südliche Arm des Amu, der bei Schachawat und Kasawat sich abzweigte, oder ob es nur eine Hypothese Vambery's ist, kann nicht entschieden werden.

Auch Basiner[58]) hat das alte Flussbett, dort wo es den Laudan-Arm des Amu-Daria verlässt, überschritten; es enthielt damals Wasser, welches jedoch in Form eines kleinen Baches hinfloss und kaum den zehnten Theil des alten Bettes ausfüllte.

Das von Conolly gesehene Bett von 1000 Schritt Breite scheint auch dem Amu-Daria angehört zu haben, obgleich seine Lage zu südlich verzeichnet ist; man ist zu der Vermuthung über die Identität dieses Bettes mit dem des Amu-Daria veranlasst durch das vollständige Schweigen Vambery's über ein so mächtiges Bett, und dennoch musste Vambery dasselbe überschreiten.

Schliesslich sind auch die beiden Ausfluss-Arme des Amu-Daria, der Achtam und Adshaib, in den Balkhan und Chiwenser Golf gesehen worden, der erstere sogar befahren worden. Die Zeugen für diese Arme sind Eichwald, Rymin, Murawjeff, Bassargin und Blaremberg, der den ersteren bis zum Salzsee Baba Kadshar befahren hat.

Alle diese Flussbetten haben einem grossen Strome angehört, das zeigen die mächtigen Dimensionen derselben. Abbot giebt ihm gegen 2400 Fuss (800 Jard), Basiner 6 — 700 Fuss, Murawjeff bei Uss-Boi 700 (100 Faden) Breite bei 15 Länge, Conolly 2000 (1000 Schritt), Blaremberg, ein Begleiter Karelin's, 1050 Fuss (150 Faden); nach Karelin ist die Breite des Achtam 1120 Fuss (160 Faden), und zwischen ihm und dem Westabhange des Balkan zieht noch ein ausgetrocknetes Flussbett mit flachen Ufern von $2\frac{1}{2}$ Werst Breite hin.

Alle diese vielfach gesehenen Spuren lassen wohl keinen Zweifel, dass man es hier mit dem früheren Laufe des Amu-Daria zu thun hat; dafür sprechen mehrere Belege: schon der Umstand, dass es in der ganzen Gegend keinen zweiten Fluss giebt, der dieses Bett hätte einnehmen und ausfüllen können, ist ein Beweis dafür, dass man die trocken gelegten Betten dem Amu zuzuschreiben hat, es wird derselbe noch unterstützt durch die gleichen Namen, welche man den Betten an verschiedenen Stellen giebt, so der Name Uss-

58) Bär und Helmersen. Beiträge. B. 15. 1848.

Boi und Döden oder Doudän, die beide am oberen und unteren Lauf des alten Bettes auftreten, so der Name Ogus, welcher noch jetzt am unteren Laufe, d. h. dem Bette bei seiner Mündung gegeben wird, wo die Wurzel des Wortes Ogur so häufig wiedergefunden wird, die Küste Og, die Insel Ogurtschi, während zugleich der Aral-See, nach Ritter, von den Tartaren Ogus genannt wird. Zu gleicher Zeit weist dieser Name auf die Benennung des Amu-Daria bei den alten abendländischen Schriftstellen hin und man erkennt in ihm den Oxus wieder, freilich kann diese Wurzel Og auch ebenso gut auf den Ochus der Alten, den Tedshen, gedeutet werden, wenn nicht die beiden Namen Ochus und Oxus identisch sind, wie ja im Orient ein Nebenfluss oft den Namen des Hauptflusses trägt, z. B. der Fluss von Balkh, der auch unter dem Namen des Amu-Daria geht. Das ξ der Griechen und die Aspiration als χ oder am Anfange eines mit einem Vocale beginnenden Wortes scheinen mehrfach in einander übergegangen zu sein, ja, vielleicht ist der Unterschied zwischen dem Klange Oxus und Ochus bei den Griechen gar nicht so stark gewesen, wie er uns jetzt deucht, und ist das ξ derselben nur eine starke Aspiration des h gewesen, vielleicht unserem sch entsprechend, wodurch es sich dann erklären würde, dass das persische sch im Griechischen oft durch ξ wiedergegeben wird; (Ardeschir und Artaxerxes, Scharfluss im Jaxartes, Hunnoi und Xunnoi, sowie die Aussprache des x der Spanier).

Nach den gesehenen Stellen des alten Flussbettes lässt sich ungefähr auch der alte Flusslauf darstellen, wie es in der beigefügten Karte versucht ist, und es stimmt dann der Lauf sehr wohl mit Abulghasi's Angabe überein, wenn man unter den Abulchan-Bergen nicht das Balkhan-Gebirge, sondern den Ust-Urt verstehen will. Dann sehen wir in der That den alten Amu-Daria bei Urgendsh vorbeifliessen, den Ausläufer des Ust-Urt umgehen, sich nach Süden wenden, darauf nach W. fliessen und sich in das Caspische Meer ergiessen, genau wie Abulghasi es angiebt und wie er den alten Lauf, vielleicht gerade aus der Kenntniss dieses Bettes, beschrieben hat. Die Stelle, wo einst der Amu-Daria mündete, liegt entschieden am Balkan-Busen und nicht im Karabogas, wie Blankennagel sagt, Levschin zeichnet und Zimmermann zu beweisen sucht. Eine solche Mündung ist schlechterdings unmöglich, da die Karte von Dandeville den Karabogas nicht nur von allen Seiten von Berghöhen umgeben angiebt und in ihnen kein trockenes Bett zeigt, sondern auch den bei Dirin herabfliessenden Fluss erst nach S., dann nach O. laufen lässt, also auf die dem Karabogas entgegengesetzte Seite.

Dass die gesehene Furche in der That ein altes Flussbett ist, und nicht etwa die letzte Spur der Verbindung des Aral-See's mit dem Caspischen Meere, welche wohl einst zusammengehangen haben, dass beweisen die in der Gegend des alten Bettes gesehenen Ruinen und Canalbauten, die nicht nur am Bett des Flusses, sondern in der ganzen Gegend zerstreut, für eine reiche Cultur dieses Gebietes sprechen. Denn die Gegend wäre wohl nie so stark bebaut gewesen, wenn nicht eben süsses Wasser sie dem Menschen bewohnbar gemacht hätte. Von diesen Ruinen wissen alle Reisenden zu erzählen. So berichtet Blaremberg von den Ruinen Scheich-Mustafa am Achtham, zu denen noch gewall-

fahrtet werden soll, am Adshaib berichtet Karelin von den Ruinen Kunä-Basar, nahe am Golf von Chiwa, in welehen man seltsam geformte goldene Armbänder feiner Arbeit, irdene Kruken, verglaste Ziegel, Glas u. s. w. finden soll; oberhalb Kunä-Basar liegen die Ruinen Kara-Baba; $2\frac{1}{2}$ Werst südöstlich davon, in Tschertscheli, Fundamente grosser Gebäude. Im oberen Theile des alten Laufes sind Ruinen in noch grösserer Menge gesehen worden, was freilich weniger entschieden auf einen früheren Arm des Amu-Daria deutet, da, wegen des Gefälles nach Osten, die Canäle vom Amu-Daria sehr weit nach Osten gezogen werden können; doch hat Murawjeff auf seinem Rückwege die Ruinen bis nicht weit vom Bette Engündsch angetroffen. Der Ruinen am oberen Laufe erwähnen alle Augenzeugen, so Bekowitsch's Kundschafter, Abbot, Vambery, Murawjeff. Leider sind diese Ruinen bis jetzt noch nie untersucht worden; so viel aus flüchtigen Bemerkungen Reisender zu schliessen ist, gehören sie drei verschiedenen Zeitperioden an, indem sie aus dreierlei Material bestehen: aus Ziegelsteinen, behauenen Feldsteinen und an der Luft gedörrten Steppenlehm. Die letzteren sind offenbar neueren Ursprungs, die aus Feldsteinen gehören wahrscheinlich der Mongolenzeit an; beide scheinen nur am oberen Theile des alten Flussbettes zu liegen. In der Nähe des Caspischen Meeres findet man, wie es scheint, Ruinen aus Backsteinen, welche einer unbekannten Zeit angehören.

Eine Möglichkeit der einstigen Mündung des Amu-Daria in das Caspische Meer lässt sich aus dem Gefälle der ganzen Gegend im Osten des Caspischen Meeres sehr leicht nachweisen. Die relative Höhe des Aral-See's gegen das Caspische Meer ist zwei Mal gemessen worden, das erste Mal durch die bekannte Berg'sche Expedition vom Jahre 1826, das zweite Mal durch Herrn C. Struve. Die erste Messung hat die relative Höhe des Aral-See's gegen das Caspische Meer zu 117 Fuss[59]) ergeben, nach Herrn Struve[60]) ist sie 132 F. Wie Herr Borszszoff[61]), die Höhe von 105 statt 132 herleitet ist mir nicht bekannt, da ich seine Originalarbeit nicht habe zu Rathe ziehen können, jedenfalls bin ich weit entfernt davon, diese Differenz einer Senkung des Niveau's des Aral-See's zuzuschreiben, wie Herr Borszszoff es gethan hat, und daraus die jährliche Abnahme des Niveau's berechnen zu wollen, und würde ich sie, falls die Zahl des Hrn. Borszszoff richtig ist, nur der Ungenauigkeit Barometrische Höhenmessungen zuschreiben. Ich nehme das Mittel aus beiden Beobachtungen als wahrscheinlichste Höhendifferenz beider Meere an. Obgleich dem Berg'schen Nivellement ein höherer Grad von Genauigkeit zugesprochen werden muss, als dem von Herrn C. Struve, da ersteres eigentlich auf correspondirenden Beobachtungen beruht, während Herrn Struve's Bestimmung auf Orenburg sich bezieht, und nur mit Hülfe

59) Ich habe das Nivellement der Berg'schen Expedition nach einer Handschrift durchgerechnet, welche im Archiv des Ministeriums des Auswärtigen sich befindet, und deren Mittheilung ich dem Baron Osten-Sacken verdanke. Die Zahlen in Herrn Eichwald's alter Geographie des Caspischen Meeres können zur Berechnung nicht benutzt werden, da sie Fehler enthalten. Nach meiner Rechnung, die mit Hülfe von Guyot's Meteorological and physical tables ausgeführt sind, beträgt die Höhe des Aral-See's über dem Caspischen Meere 116,9 Fuss als Mittel aus drei Messungen, die resp. 112,1 — 118,7 und 110,8 betragen.

60) Berliner Geographische Zeitschrift.

61) Petermann's Mittheilungen 1861.

des letzteren Ortes über dem Niveau des Oceans und dieses über dem Caspischen Meere, die Niveaudifferenz des Arals und Caspi bestimmt werden kann, so habe ich doch das Mittel von den beiden Bestimmungen genommen, weil ich den relativen Werth beider Bestimmungen gegen einander nicht abschätzen kann. Es ist demnach der Aral-See 124 engl. Fuss höher als das Caspische Meer. Die Stelle, wo das alte Bett sich vom jetzigen Amu abscheidet, d. h. der Ausfluss des Laudan, liegt 50 Werst vom Aibugir; es wird nicht zu viel sein, wenn man für die Erhöhung dieses Ortes über dem Aral-See 16 Fuss setzt, wodurch seine Höhe über dem Caspischen Meere gleich 140 Fuss wird. Der See Baba Kadschar, dort, wo sich das alte Flussbett, vor der Mündung in das Caspische Meer, in zwei Arme theilt, steht in Verbindung mit dem Caspischen Meere, und vom Ausfluss des Laudan aus dem Amu bis zu diesem See beträgt die Entfernung 620 Werst. Daher ist das Gefälle 140 Fuss auf 620 Werst, oder auf 1000 Fuss $^1/_{16}$ Fuss. Dieses Gefälle könnte allerdings ungemein gering erscheinen, wenn wir nicht wüssten, dass dasjenige vieler grosser und reissender Ströme bei der Mündung sehr gering ist. So ist im unteren Laufe das Gefälle der Loire auf 1000 = $^4/_5{}'$, der Donau zwischen Ulm und Donauwerth = $^1/_3$, des Rheins zwischen Dortrecht und Strassburg = $^1/_5$, der Seine zwischen Valvint und Séve = $^1/_6$, des Amazonenstromes bis 200 Seemeilen oberhalb der Mündung nur $^1/_{112}$ [62]), auch die Msta soll 30 Werst vom Ilmen-See nur $^1/_{35}$ Fuss auf 1000 fallen[63]). Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass das Gefälle vom Aral-See zum Caspischen Meere genügend gross ist, um das Wasser in dieses Meer zu leiten, und wird dadurch die Behauptung[64]) eines zu geringen Gefälles widerlegt.

In allem oben Angeführten habe ich zusammengestellt, was ich über den alten Lauf des Amu-Daria habe in Erfahrung bringen können, und es scheint mir daraus der sichere Schluss gezogen werden zu können, dass der Amu-Daria wirklich einst in das Caspische Meer geflossen ist, wie es von den älteren Schriftstellern vielfach ausgesagt worden ist, theils freilich aus Unkenntniss des Aral-See's, theils wahrscheinlich auf Traditionen hin, zu deren Entstehung das erst so spät von Europäern gesehene alte Flussbett Veranlassung gegeben hat. Zu welcher Zeit jedoch dieser mächtige Fluss aufgehört hat seine Wasser dem Caspischen Meere zuzuführen und sich dem Aral-See zugewandt hat, das zu entscheiden fehlen uns alle Anhaltspunkte, und doch könnten dieselben durch eine sorgfältige Besichtigung des ganzen Terrains, durch Untersuchungen der alten Baureste, über die wir fast garnichts wissen, Aufschluss geben; noch manche Mauer mag hin und wieder ein Zeichen enthalten über die Zeit ihrer Erbauung, im Schutte der Ruinen mag manches wichtige Document vergraben sein, ja, auch im alten Flussbett kann man erwarten, noch hin und wieder ein Zeichen aufzufinden. Freilich werden diese Schriftzüge mit jedem Tage unleserlicher, ein jeder Regen verwischt sie mehr und mehr, jedes Hochwasser spühlt sie fort, ein jeder Wüstenwind begräbt sie in immer tiefere Sandhügel.

Zum Schluss noch einige Worte über die Ursache, welcher die Veränderung des

62) Gehler's Wörterbuch VIII.

63) Журналъ Департамента Мануфактуръ 1843.

64) Энциклопедическій лексиконъ.

Laufes des Amu-Daria zugeschrieben wird. Es sind darüber verschiedene Meinungen ausgesprochen worden, und ist es nicht ohne practisches Interesse, sich über die Veranlassung Rechenschaft abzulegen. Man hat behauptet, der Fluss sei künstlich abgeleitet worden und der alte Lauf gedämmt, nach Einigen soll dies durch Badur Chan geschehen sein, um Urgendsh erobern zu können, nach Anderen von den Usbeken selbst, einmal um die Turkmenen des Caspischen Meeres zu strafen, das andere Mal um Chiwa vor den Raubzügen Stenka Rasin's, des Wolga-Piraten, zu schützen, und man hat zum Beweise auf den Damm hingewiesen, dessen ich schon erwähnt habe, und welcher quer durch das alte Flussbett gehen soll. Wenn man jedoch liest, wie viel Mühe und Arbeit ein durch starke Anschwellungen des Flusses verursachter Durchbruch in den häufig vorkommenden Uferdämmen veranlasst, so möchte man mit Malte-Brun wohl bezweifeln, dass das Volk befähigt gewesen, diese Arbeit auszuführen; (doch sind die Orientalen grosse Künstler in der Hydraulik, und mögen wohl zu einer Zeit, wo das Land stark bevölkert war, eine solche Arbeit auszuführen im Stande gewesen sein). Einige der angeführten Angaben widerlegen sich dadurch, dass zur angegebenen Zeit der Amu-Daria gar nicht mehr in das Caspische Meer floss, andere der Annahmen sind bereits durch den Grafen Cancrin widerlegt worden. Wiederum andere Autoren schreiben die Stromveränderung der Natur zu, und mögen dieselben der Wahrheit wohl näher kommen; doch scheint es nicht nöthig zu sein, vulcanische Hebungen zur Erklärung annehmen zu müssen, für welche wir ja keine Belege haben, ebenso wenig auch Erdbeben, von welchen nur sehr selten bei den Turkmenen und Usbeken die Rede ist. Es bleibt dann als letzter Grund die Austrocknung, und in Folge dessen abnehmende Wassermenge, ein Grund, welchen viele Schriftsteller anführen, ohne jedoch ihn näher zu prüfen und ihre Auffassung specieller darzulegen. Nur der Graf Cancrin hat seine Hypothese näher erörtert, und da diese Auffassung ihn zu höchst wichtigen practischen Folgerungen geführt hat, so werde ich auf seine Ansicht näher eingehen. Graf Cancrin theilt seine Hypothese folgendermassen mit[65]).

«Uns scheint sich die Sache auf eine andere Art aus dem allmähligen Trockenwerden «einer Gegend natürlich zu erklären. Bei einem in der Vorzeit weit höheren Stande «des Aral-See's machte er nur einen Binnensee des Amuflusses aus. Der nun vertrocknete «Arm war eigentlich der Ausfluss des See's, und dieser bedeckte den Ort, wo die Bifluenz «später anfing. Dieser Ausfluss konnte nur da durchbrechen, wo es die Spuren zeigen, «weil alles nördliche Land zu hoch liegt. Nachdem aber durch allmähliges Trockenwerden «der Spiegel des Arals sich etwas erniedrigt und die Zuflüsse des Amu sich vermindert «hatten, ward die Bifluenz, wie ganz natürlich, sichtbar. Bei noch weiterem Trockenwer-«den und Sinken des Aral-Niveau's wurde die Wassermenge zu schwach, um überhaupt «des Ausflusses zum Meere zu bedürfen. Der Arm zum Meere trocknete nach und nach «aus: die Verdunstung reichte hin die Amu-Wasser aufzuzehren, die indessen bei hohem

65) Zimmermann. Denkschrift über den Oxus.

«Stande den Schlauch noch zu Zeiten füllen mochten. Vielleicht trugen Erdbeben zu dieser «Veränderung bei; doch alleinige Ursache konnten sie nicht sein, denn bei hinreichender «Wassermasse hätte der Fluss sich irgendwo wieder einen Ausweg gebrochen oder durch-«gefressen. Nachdem der alte Ausfluss sehr seicht geworden, reichte er nicht mehr zu «den Bewässerungsanstalten hin. Diese Nothwendigkeit — nicht eingebildete Furcht — «führte eine Wohnungsveränderung herbei, und Alt-Urgendsh wurde verlassen. Da mag «denn ein Damm in das seichte Wasser — vielleicht nur für die Zeit der Flussschwelle — «geschüttet worden sein, um für die anderen Canäle das kostbare Element zu sparen, be-«sonders da vermuthlich auch hier eine allmählige neue Abnahme verspürt wurde. So «scheint sich die Aufgabe ganz natürlich zu lösen, und die schöne Idee der Wieder-«eröffnung des alten Djihunlaufes und einer Beschiffung bis Balkh u. s. w., deren schon «die Alten erwähnen, ist leider nicht statthaft, selbst von allen politischen Rücksichten «abstrahirt, und auch dann nicht, wenn man den Arm, der in den Aral führt, abdämmen «wollte. Denn die verminderte Wassermenge würde sich entweder durch den Sand einen «näheren Weg zum Aral bahnen, oder, aus Mangel an Kraft des Ausflusses, wahrscheinlich «nicht einmal das Meer erreichen, sondern nach und nach sich einsickern. Der pestilen-«zialischen Dünste, die bei plötzlich vermindertem Zufluss in den Aral entstehen könnten, «wollen wir nicht erwähnen».

Soweit die geistvolle Auffassung des Grafen Cancrin. Sie hat viel Wahrscheinliches für sich, ich glaube aber nicht, dass sie zur Erklärung des Phänomens genügt, und scheint es mir, dass sie auf einer nicht begründeten und daher willkührlichen Basis beruht, welche auch die auf sie gebauten Folgerungen zweifelhaft macht. Nach der Ansicht des Grafen Cancrin ist also die Austrocknung des Aral-See's und seiner Zuflüsse die erste Ursache, warum der Amu-Daria sich eine neue Mündung in den Aral gewählt hat, und es wird daher nicht überflüssig erscheinen, diese Austrocknung näher zu untersuchen, um so mehr, als aus ihr häufig voreilige Schlüsse gezogen werden.

In der That ist das ganze Centralasiatische Gebiet ein auffallend trockenes, wenngleich die grösste Trockenheit weiter südlich vom Aral-See, in Chorassan, zu suchen ist. Nicht nur zeigt es, wie alle Gebiete der subtropischen Zone, einen ungemein trockenen Sommer, es kommt vielmehr noch hinzu, dass auch die Wintermonate wenig Niederschläge geben. Das characteristische Merkmal der subtropischen Regenzone, d. h. die Winterregen, zeigen schon die wenigen Beobachtungen, welche von Herrn Danilewsky und dem die Expedition begleitenden Naturforscher, Herrn Basiner, im Jahre 1842 in Chiwa und Tuschhaus ausgeführt worden sind. Nach Herrn Danilewsky[66]) vertheilen sich die klaren und bewölkten Tage in den letzten Monaten des Jahres 1842 folgendermassen:

---

66) Записки Русскаго Географическаго Общества 1851 Т. V.

Anzahl der Tage:

	Klare.	Bewölkte.	Mit Regen.
September	26	4	0
October	23	8	0
November	19	7	4
December	14	15	2
Summe	82	34	6

Demnach kommen auf 122 Tage nur 6 mit Regen und nur 40 mit trübem Himmel, die übrigen 82 sind klar. Dabei sind September und October ganz ohne Regen und nur wenig bewölkt, aller Regen und die meiste Bewölkung fallen in den November und December, wie dies aus folgender Zusammenstellung sehr scharf hervortritt:

Auf 100 Tage kommen:

	Klar	Bew.	Regen.
Im September und October	80,3	19,7	0
Im November und December	54,1	36,1	9,8

Dasselbe Resultat, nämlich vorwiegend grössere Feuchtigkeit im Winter, zeigen auch die Psychrometrischen Beobachtungen des Herrn Basiner[67]), welcher folgende Feuchtigkeit der Luft in Procenten der Sättigung fand:

October	45	Procent.
November	51	»
December	78	»
Januar (1—11)	80	»

Wenn auch die Beobachtungen Herrn Basiner's die vorherrschenden Regen im Winter nicht so scharf zeigen, wie die des Herrn Danilewsky, so ist doch auch hier die geringe Anzahl klarer Tage im Winter und die grössere der ganz oder theilweise bewölkten nicht zu übersehen. Nach Basiner sind nämlich

	Ganz klare Tage.	Ganz trübe Tage.	Regen.	Schnee.	Rest (nicht g. klar).
October	25	2	4	0	4
November	19	3	3	0	8
December	10	11	5	0	10
Januar (1—11)	5	5	0	4	0

Die letzte Spalte habe ich erhalten, indem ich die Summe der zwei ersten aus der Zahl der Tage des Monats abgezogen habe. Auch diese Beobachtungen zeigen demnach

67) Baer und Helmersen. Beiträge Bd. 15.

ganz deutlich, dass zum Winter die Zahl der klaren Tage abnimmt, während die der ganz bewölkten und zum Theil bewölkten wächst. Den grössten Theil des Jahres herrscht hier der Polarstrom vor, wie das aus Danilewsky's Angaben deutlich hervorgeht, welcher unter 77 Winden 41 von N. bis O. aufzählt, und nur 21 von S. bis W.; die übrigen Winde sind dann Uebergangswinde, von denen der SO. am häufigsten, nämlich 12 mal erscheint, von denen 8 Fälle auf den November und December fallen. Diese polaren Ströme bedingen denn auch die grosse Trockenheit des Centralen Asiens; aber die Südwinde, die Aequatorial-Ströme, welche für uns die regenbringenden sind, spenden dem Centralasiatischen Gebiete keinen Segen; geboren in den Gluthsteppen Afrika's bringen sie nach Inner-Asien nur die trockene Luft dieses Gebietes. Ich habe durch psychrometrische Messungen in Herat die Trockenheit des SW.-Windes direct nachgewiesen[68]), und gezeigt, dass in der That dieser Wind noch trockener ist als der polare, und dasselbe was ich in Herat gefunden, wird wohl auch im Chiwa'schen Gebiete gültig sein, obgleich ich es aus den dortigen Beobachtungen nicht nachzuweisen im Stande bin. Eine Folge davon ist, dass selbst bei entwickelten Aequatorial-Strömen in Central-Asien kein Regen fällt, während sonst dieses der regenbringende Wind ist und nur er die Regen der subtropischen Zone bedingt. Die Regen in Chiwa und Taschhaus scheinen alle Uebergangswinden anzugehören, dafür sprechen mehrere Umstände. In der That sind die Regen, wie es Basiner's Beobachtungen zeigen, nur von kurzer Dauer, gewöhnlich von wenigen Stunden, zuweilen nur wenige Minuten anhaltend, und verrathen dadurch den Character von Uebergangsregen, die während des Kampfes zweier Winde bestehen; ferner fällt der Regen grösstentheils, ja fasst ausschliesslich, bei SO.-Wind, einem Uebergangswinde; vielleicht erklärt sich hieraus auch die Beobachtung, welche in Taschkend von Terentjeff gemacht ist[69]), und welcher zu Folge eintretendes Steigen des Barometers in Taschkend Regen anzeigt, weil es auf ein Verdrängen des aequatorialen Stromes durch den polaren hinweist. Daher die grosse Dürre dieser Gebiete, wie sie von keinem anderen überboten wird, eine Dürre, die in Chorassan bis 10% herabsinkt, und den Regen, der zuweilen aus den hohen Luftschichten sich herabsenkt, aufzehrt ehe er den Boden erreicht, wie Danilewsky dieses Phänomen in Chiwa und ich in Chorassan beobachtet haben.

Aus dieser Dürre ist man jedoch noch keineswegs berechtigt zu folgern, dass die Seen Centralasiens im Austrocknen begriffen sind und daher ihre Wasserspiegel sich senken. Der Niveaustand der Seen, wenn sie, wie das Caspische Meer und der Aral-See, keine Ausflüsse haben, wird durch zwei Umstände bedingt, durch die Verdunstung auf der Oberfläche derselben, welche der Grösse der Oberfläche proportional ist, und durch die Zufuhr an Wasser, welche die atmosphärischen Niederschläge, etwaige Quellen am Boden und die Flüsse bringen. Nehmen wir die letzteren Umstände als constant an, so wird bei allmähligem Austrocknen der Seen ihr Niveau abnehmen, aber nur bis zu einer gewissen

68) Dove. Der Schweizer Fön.

69) Извѣстія Императорскаго Русскаго Географическаго Общества Т. IV. 1868.

Gränze, indem es schliesslich constant wird, da ja, namentlich bei so flachen Ufern, wie der Aral sie von drei Seiten zeigt, mit der Abnahme des Niveau's die Grösse der Oberfläche auch abnimmt, wodurch die Verdunstung verringert wird. Schliesslich wird sich dann eine Art beweglichen Gleichgewichts herstellen, wenn nämlich Zufuhr und Verdunstung einander das Gleichgewicht halten, und ein continuirliches Sinken des Spiegels wird weiter nicht stattfinden. Alsdann werden nur noch unregelmässige Schwankungen in der Höhe des Niveau's eintreten, welche durch grössere oder geringere Hitze der Gegenden und dadurch vermehrte Verdunstung, oder durch die jährlich in ziemlich weiten Gränzen schwankende Regenmenge bedingt werden. Die Senkung des Spiegels des Caspischen Meeres unter das Niveau des Oceans mag in einer solchen Austrocknung ihren Grund gehabt haben, wobei freilich die Ursache des relativ geringen Salzgehaltes dieses Meeres noch zu finden bleibt, gegenwärtig aber scheint das Caspische Meer in diesen status quo gelangt zu sein, da der Spiegel desselben im Laufe von fast 500 Jahren sich kaum verringert hat. Für den Aral-See, welcher wohl ohne Zweifel einst mit dem Caspischen Meere zusammenhing, bietet sich eine neue Schwierigkeit in dem Umstande, dass das Niveau dieses See's über dem des Oceans liegt, wofür wir doch zwei in verschiedenen Jahreszeiten ausgeführte Messungen haben, so dass kaum ein Grund vorliegt an dieser Thatsache zu zweifeln. Schon dieser Umstand müsste uns Vorsicht anrathen bei der Annahme des Austrocknens dieses See's. Es scheint aber, dass auch der Aral sich in dem Zustande des beweglichen Gleichgewichts befindet, jedenfalls ist das Gegentheil wohl in diesem Augenblicke nicht zu beweisen. Es scheint in der That, dass die Ost- und Südost-Ufer des Aral's in der Zeit, wo wir den See kennen, sich wesentlich nicht verändert haben, wie ein Vergleich der Aufnahmen Murawin's und Butakoff's zeigt. Beim ersten Blick auf die Karte scheint freilich nach Butakoff der Umfang des Arals geringer zu sein, als nach Murawin, es rührt dies aber, wie Chanikow es gezeigt hat, von der über Gebühr ausgedehnten Marschroute Murawin's her, wovon man sich durch die starke Verrückung Chiwa's nach Süden überzeugen kann. Corrigirt man nach der Position Chiwa's die Marschroute und Aufnahme Murawin's, so schrumpft die Differenz in der Lage der Ufer des Aral-See's nach ihm und Butakoff auf ein Minimum zusammen. Wenn man an einzelnen Stellen des Aral-See's in der That Verflachungen angetroffen hat, wie Butakoff solche im Norden gesehen, und wie solche aus Rytschkow's[70]) Nachricht über Kungrat gefolgert worden sind, so kann man hingegen an anderen Orten Zunahmen der Tiefe nachweisen. Eine solche Zunahme scheint entschieden der Aibughirbusen zu zeigen; in der That finden wir in den Karten des vorigen und auch im Anfang des jetzigen Jahrhunderts[71]) statt des Aibughir einen oder mehrere abgetrennte Seen, welche sich später in einen grossen beinahe bis zum Aral-See ausdehnen, in Makscheeff's[72]) trefflicher Beschreibung des Arals ist dieser See mit dem

70) Оренбургская топографія.

71) So auf den Karten von: Dubrowin, Levschin.

72) Аральское море въ Географическомъ Лексиконѣ. Семенова.

Aral noch nicht verbunden, doch schon so nahe an ihn getreten, dass bei starkem Winde die Wasser der beiden Seen über die trennende Bank sich vereinigen; im Jahre 1858 ist nach Ignatjeff's Aufnahme des Amu-Daria der Aibughir schon ganz mit dem Aral-See verbunden, und die über die Insel Dshil-Kaidar ziehenden Cameele mussten ein Wasser von 1 — 3 Fuss Tiefe passiren, während bei der Ueberfahrt bei Urga die Tiefe bis 14 Fuss reichte. Wenn man eine Abnahme des Aral-Niveau's aus den zwei barometrischen Nivellements herleitet, wie Herr Borszszow es gethan, so beruht es jedenfalls, wenn in der Zahl, die Herr Borszszoff mittheilt, kein Fehler enthalten ist, auf einer übertriebenen Schätzung der Genauigkeit in den Höhenangaben, welche auf diesem Wege gefunden werden, und sollten die Erfahrungen im Nivellement des Caspischen Meeres vor einer solchen Ueberschätzung warnen.

Jedenfalls wissen wir über den Aral-See zu wenig, um eine Abnahme desselben in historischer Zeit mit Sicherheit aussprechen zu dürfen, und bevor man diese Abnahme zum Ausgangspunkte einer Hypothese wählt, muss man dieselbe constatiren, und zwar für eine historische Epoche, da die vielfach angetroffenen Baureste beweisen, dass das westlich vom Amu gelegene Gebiet stark cultivirt gewesen ist, was kaum anders zu erklären ist, als durch eine Aenderung im Delta des Amu-Daria. Aber nicht nur der Aral-See soll nach Herrn Cancrin's Auffassung abgenommen haben, sondern auch die Wassermenge des Amu-Daria; dafür Belege zu schaffen möchte vielleicht noch schwerer sein, da wir von den Nebenflüssen des Amu so gut wie gar nichts wissen. Der Fluss von Balkh soll wohl einst in den Oxus geflossen sein, wie die Schriftsteller Alexanders des Grossen und die orientalischen Berichte melden, aber dieser Fluss führt nur eine unbedeutende Wassermenge; die anderen Flüsse, wie der Herirud (der Fluss von Herat und von Meschhed) und der Sarafschan erreichten, so weit historische Mittheilungen reichen, nie den Amu-Daria. Eine merkwürdige Stelle im Arrian[73]) sagt ganz deutlich aus, dass der Sarafschan, Herirud, Murgab und Hilmend(?) im Sande verlaufen. Die Stelle lautet: «Wo das Wasser des Flusses «sich verliert (des Polytimetus = Sarafschan), von da an ist weiterhin das Land eine Wüste: «er verliert sich aber trotz seines Wasserreichthums im Sande. Auf gleiche Weise ver«schwinden hier auch andere bedeutende und beständig strömende Flüsse, z. B. der Epardus «(Murgab), welcher das Gebiet der Marder durchströmt, der Arius (Herirud), von dem das «Land der Arier seinen Namen hat, und der Etymander (Hilmend), welcher durchs Ener«getenland fliesst». Wie gut und genau die Berichte Arrian's und Curtius' über die Gebiete am oberen Laufe des Amu sind, davon überzeugt man sich leicht, wenn man die Schilderungen dieser Gegend liest und sie mit seinen eigenen Erfahrungen oder mit den neueren Reisebeschreibungen vergleicht[74]). Auch die Angabe, dass der Hilmend verlaufe, ist nicht so gar falsch, da der See Zareh, in welchen der Hilmend gegenwärtig mündet, sehr flach ist, und zuweilen so stark austrocknet, dass er in der Mitte auf Pferden passirt werden

73) Arrian. Buch 4. Capitel 6. pg. 148. Uebersetzt von Cless.

74) Burnes. Travels into Bokhara.

kann, wie die dortigen Einwohner mir aussagten. Wenn aber schon zu Alexander's Zeit die Zuflüsse des Amu-Daria ihn nicht erreichten, woher also soll die Verminderung des Amu-Wassers herrühren? Es bleibt nur noch die Annahme, dass der Kisil-Daria einst seine Wasser dem Amu zugeführt habe, wie es freilich von mehreren Schriftstellern, unter anderen auch von Abulghasi, ausgesagt wird; doch wissen wir gerade über diesen Fluss weniger als über den Amu selbst, und weniges als fast über alle Flüsse Centralasiens. Von der anderen Seite hat aber die Cultur jener Gegenden entschieden abgenommen, die Menge der Einwohner[75]) ist bedeutend geringer geworden, damit ist denn auch der Verbrauch des Wassers geringer als früher, und dem Amu wird weniger Wasser entzogen, als es zur Blüthezeit Chowaresm's geschah. Aus allen angeführten Gründen scheint es mir voreilig zu sein, das Austrocknen des Aral-See's und eine verminderte Wassermenge des Amu-Daria als Grund seiner Ablenkung anzunehmen. Jedenfalls scheint mir die Wassermenge des Flusses durchaus genügend zu sein, um nicht nur den Amu-Daria in das Caspische Meer zu führen, sondern auch denselben auf Böten schiffbar zu machen. Man lese doch die Beschreibungen dieses Flusses, um sich ein Bild von der Menge des Wassers zu machen, welche er dem Aral-See zuführt. In einem schon angeführten Artikel[76]) über Chiwa wird gesagt, dass bei Neu-Urgendsh die Geschwindigkeit eine ungewöhnlich grosse ist, und dass ein Reiter in schwachem Trabe reiten muss, um mit einem frei stromabwärts treibenden Boote Schritt halten zu können, was auf eine Geschwindigkeit von 7 Werst per Stunde führt, oder 6,8 Fuss per Secunde; Basiner fand sie bei Kungrat noch gegen 3 Fuss. Die besten Angaben zur Bestimmung der Wassermenge des Amu-Daria findet man bei Burnes[77]). Die Messungen sind in Khojusalu am oberen Laufe des Flusses den 17. Juni gemacht, einen Monat vor dem die Sommeranschwellung ihre grösste Höhe erreicht, also wahrscheinlich bei mittleren Stande des Flusses; hier ist der Fluss durch zwei Sandbänke in drei Arme getheilt, deren Breite 295, 113 und 415 Jards beträgt; die Tiefen betrugen im ersten Arm 6, 9, 12,6 Fuss, im zweiten 6 Fuss, im dritten 6, 9, 15, 19,6 Fuss; die Geschwindigkeit 6000 Jards in der Stunde. Nimmt man mit Burnes eine mittlere Geschwindigkeit von 9 Fuss an, so hätte man per Secunde die Wassermenge von 3000 Cubic-Meter, während der Rhein[78]) dem Meere in der Secunde 2500 Cubic-Meter zuführt, nach Brünning's Beobachtungen, und die Rhone 2000 C.-M.[79]). Und ein Fluss von solcher Mächtigkeit sollte das Caspische Meer nicht erreichen, selbst wenn ihm ein nicht unwesentlicher Theil seines Wassers in der bebautesten Gegend des Chanats von Chiwa entzogen wird?

75) Alt-Urgendsh ist früher eine Stadt ersten Ranges gewesen, wofür die langwierige Vertheidigung derselben gegen die Truppen Dschingis-Chan's und das Blutbad bei der Eroberung spricht, welches mit dem Gemetzel in Babylon verglichen wird. Noch viele andere Beweise sprechen von der bedeutenden Einwohnermenge in Chowaresm vor der Eroberung des Landes durch Dschingis-Chan.

76) Журналъ Департамента Мануфактуры 1843. Auch: Иванинъ. Морской Сборникъ 1864.

77) Burnes. Travels into Bokhara.

78) Marbach. Physikalisches Wörterbuch.

79) Gehler's Wörterbuch.

Wenn nun nicht Menschenhand, nicht vulcanische Hebungen und nicht das Austrocknen des Aral-See's die Veranlassung gewesen sein sollen, welche den Amu-Daria gezwungen haben sein Bett zu verlassen, so muss man nach anderen Gründen dafür suchen. Weit entfernt davon, zu den vielen Hypothesen noch eine neue hinzufügen zu wollen, glaube ich vielmehr, dass man die Frage nur durch sorgfältiges Studium an Ort und Stelle wird beantworten können. Auf einen Umstand kann ich jedoch nicht unterlassen aufmerksam zu machen, der vielleicht dazu beitragen kann, die Stromveränderung zu erklären. Es ist dies die schöne Bestätigung, welche der Amu-Daria für die von Baer an der Wolga gemachte und später auf viele andere Flüsse ausgedehnte Bemerkung giebt, welche den Namen des Baer'schen Gesetzes trägt. Baer[80]) hat das Gesetz nur auf Flüsse ausgedeht, welche in der Richtung des Meridians fliessen oder von einer solchen Richtung nicht stark abweichen, es ist aber das Gesetz auch auf solche Ströme oder Theile derselben anwendbar, die in einer beliebigen Richtung fliessen, ja, sei es auch die Richtung des Parallelkreises, und das Gesetz hat keine Anwendung nur auf einen solchen Fluss, welcher sein Bett auf dem Aequator selbst gegraben hat. Auf den Amu-Daria muss aber das Gesetz seine volle Anwendung finden. Es ist ein mächtiger Strom, der reissend schnell fortfliesst in weichem widerstandslosem Boden; wie sollte der sein Ufer nicht auswaschen, wie sollte er nicht stets nach Rechts drängen? Und in der That sehen wir den Fluss stets am rechten Ufer wühlen. Es muss befremden, alle Ansiedelungen am linken Ufer des Amu-Daria zu sehen, und muss uns dieser Umstand nach Gründen dafür suchen lassen; es ist dies nicht etwa nur jetzt so, auch Edrisi bemerkt schon 1151, dass alle Städte an der Südseite des Flusses, also am linken Ufer, angebaut werden; auch Makscheeff macht dieselbe Bemerkung und auf Ignatjeff's Karte ist dasselbe zu sehen, ja, Ebn Haukal giebt uns sogar den Grund dafür an; er erzählt: Kat, die frühere Residenz der Könige von Kharesm, am rechten Ufer des Amu gelegen, sei im Jahre 950 in Trümmern gewesen und vom Wasser zerstört worden, die Bewohner hätten sich höher angebaut. «Doch auch die«ser Stadt (dem neuerbauten Kat)», sagt Ebn Haukal, «hat sich der Fluss genähert, so «dass man fürchtet sie werde in Ruinen zerfallen». Das ist doch ein klarer Ausspruch für die Unterwaschung des rechten Ufers. Da längs dem Amu, vom linken Ufer desselben an, ein starkes Gefälle nach Westen geht, wofür der stärkere Fall und die grössere Länge der vom linken Ufer gezogenen Canäle spricht (der Polwan 25 Werst mit einer Geschwindigkeit von 4 Werst, der Kasawat 90 Werst, der Schahabat oder Schawat sogar 120 Werst, bei einer Tiefe von 1 — 2 Faden), sowie auch die geringere Länge und grössere Tiefe der rechten Canäle (sie werden bis 3 Faden Tiefe gegraben), so steigt der Amu bei seinem Drängen zum rechten Ufer gleichsam an einer geneigten Ebene hinauf. Auch die bedeutendere Höhe des rechten Ufers des Amu spricht für das Abwaschen dieses Ufers. Ferner sehen wir den Amu in seinem verlassenen Bette sich stets rechter Hand an den hohen und

80) Baer. Kaspische Studien VIII.

steilen Abfall des Tschink anschmiegen, ja, der senkrechte Abfall derselben mag wohl eben diesem Abwaschen des rechten Ufers zuzuschreiben sein. Im ganzen Laufe sehen wir den Amu stets seine Ufer abwaschen, und in Folge dessen das Wasser des Flusses trübe und schmutzig. Wohl mag dieses Drängen zum rechten Ufer auch ein Motiv gewesen sein, welches den Amu veranlasste sich eine neue Bahn zu suchen. In alter Zeit von N. nach S. bis in die Gegend von Kiptschak fliessend traf er hier den Höhenzug Schichodschelli, welcher am rechten Ufer des Amu sich Anfangs von SO. nach NW. zieht, dann, sich nach W. umbiegend, gerade auf Aibughir gerichtet ist und vielleicht durch einen niedrigen Zug mit Aibughir verbunden war. Diesen Höhenzug benagte der Amu bei seinem Bestreben nach rechts, bis er sich endlich durch denselben einen Weg zum Aral-See fand. Der Detritus, welchen der Fluss stets in grosser Menge mit sich führt, mag dann allmählig die Mündungen in den Aral-See verflachen, wie die Turkmenen aussagen, und veranlasst eine stärkere Strömung durch den Laudan-Arm, welche von den Einwohnern gerade dieser Verflachung zugeschrieben wird; dadurch mag denn auch der Aibughir-See in der That im Wachsen begriffen sein. Ich glaube das Moment des Drängens nach dem rechten Ufer darf bei der Geschichte des Amu-Daria nicht übersehen werden, doch will ich es durchaus nicht als neue Hypothe aufstellen zur Erklärung der Veränderung im Laufe des Amu-Daria. Es war nicht der Zweck gegenwärtiger Schrift, den Grund dieser Veränderung zu suchen, sondern nur die Nachrichten über die Geschichte des alten Laufes zu sammeln und die Zuverlässigkeit der Quellen zu prüfen. Eine befriedigende Lösung der Frage kann nur an Ort und Stelle gefunden werden.

Die beiliegende Karte bedarf noch einiger Erläuterungen. Sie hat zum Zwecke, den Leser über die Lage der im Texte besprochenen Orte zu orientiren, sowie unsere gegenwärtigen Kenntnisse über das östlich vom Caspischen Meere gelegene Gebiet bildlich darzustellen. Zu dem Zwecke ist die Karte in zwei Tönen gehalten; mit dem einen, dem dunklen, vollen, habe ich alles instrumental aufgenommene Terrain eingetragen, mit dem anderen, schwächeren, dagegen solche Gebiete, welche von Europäern zwar gesehen und auf ihren Karten verzeichnet, nicht aber vermessen sind; alle Angaben, welche nur auf Aussagen von Einwohnern basiren, habe ich in der Karte ganz fortgelassen. Als Materialien für diese Karte haben folgende Aufnahmen und Vermessungen gedient: Iwaschinzeff's bekannte Aufnahme des Caspischen Meeres habe ich benutzt zur Bestimmung und Eintragung einiger Punkte am Ost-Ufer des Caspischen Meeres; nach Dandeville ist der Karabogas eingetragen und der westliche Theil des Ust-Urt, vom Balkhan-Busen bis zur Kinderlik-Bai; die Iwanin'sche Aufnahme hat das Material zur Eintragung des Küstensaumes von der Alexander-Bai bis zum Cap Ssagyndyk geliefert; das östlich davon gelegene Gebiet ist nach Skriäbin gezeichnet; die Ignatjeff'sche Expedition hat das Material für

den Amu-Daria in seinem unteren Laufe mit dem verzweigten Irrigationssystem desselben geliefert; der Aral-See ist nach Butakoff und Ignatjeff eingetragen; der Balkhan-Busen und die Halbinsel Dardsha schliesslich nach den neuesten Aufnahmen von 1869. Ferner sind noch Basiner's, Murawjeff's und Vambery's Karten, so wie auch die von der geographischen Gesellschaft herausgegebene Karte Russlands benutzt worden. In die auf solche Weise zusammengestellte Karte habe ich dann die Reiseroute Murawjeff's eingetragen, indem ich als Ausgangspunkt den Balkhan-Busen genommen und dann den Maassstab so verändert habe, dass sich die Lage Chiwa's richtig ergab, wozu eine Veränderung fast genau im Verhältniss von 4 zu 3 erforderlich war, wie es im Text erwähnt ist. Mit denselben zwei Ausgangspunkten, Balkhan-Busen und Chiwa, habe ich auch Vambery's Weg eingetragen, vollkommen unabhängig von allen übrigen Daten. Abbot's Weg ist der Karte Zimmermann's, Denkschrift über den Oxus, entnommen. Alle wirklich gesehenen Stellen des trockenen Bettes des Amu-Daria habe ich in der Karte schraffirt und voll ausgezogen angegeben; die hypothetischen Verbindungen zwischen denselben punctirt. Es war mir angenehm zu finden, dass das südliche Flussbett Murawjeff's, Engündsh, sich dicht an den Abfall des Kaflankir, wie Vambery denselben zeichnet, anschmiegt. Dadurch erhält die Bemerkung Vambery's, dass der Amu-Daria dicht längs dem Abfall des Kaflankir sich hinzieht, weitere Gültigkeit auch für solche Orte, die Vambery nicht gesehen. Alle Spuren des alten Bettes, wie sie von verschiedenen Reisenden gesehen worden, schliessen sich sehr befriedigend an einander. In der That liegt das von Vambery gesehene Bett genau in der Verbindungslinie zwischen den zwei von Murawjeff gesehenen Betten, zwischen Besch-Dischik und Engündsh. Ebenso schliesst Besch-Dischik sich sehr gut an das von Abbot bei Ibrahim-At gesehene Bett an, dessen Zusammenhang mit dem Amu-Daria von Bekowitsch's Kundschaftern constatirt ist. So ziehen sich denn die Spuren in langer Reihe vom Amu-Daria bis zum Caspischen Meere hin und geben der Ansicht, dass der Amu-Daria einst seine Wasser mit den Wogen des Caspischen Meeres mengte, einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Schliesslich komme ich noch der angenehmen Verpflichtung nach, dem Generalstabe meinen Dank auszusprechen für die Zuvorkommenheit, mit welcher er mir eine Durchmusterung seines Archivs gestattet, und mir alles in demselben befindliche Material zur Disposition gestellt hat; besonders aber fühle ich mich dem Herrn Obristen P. v. Helmersen zu Dank verpflichtet, der mich bei Beschaffung des Materials wesentlich unterstützt hat.

KARTE DES CHANATS CHIWA

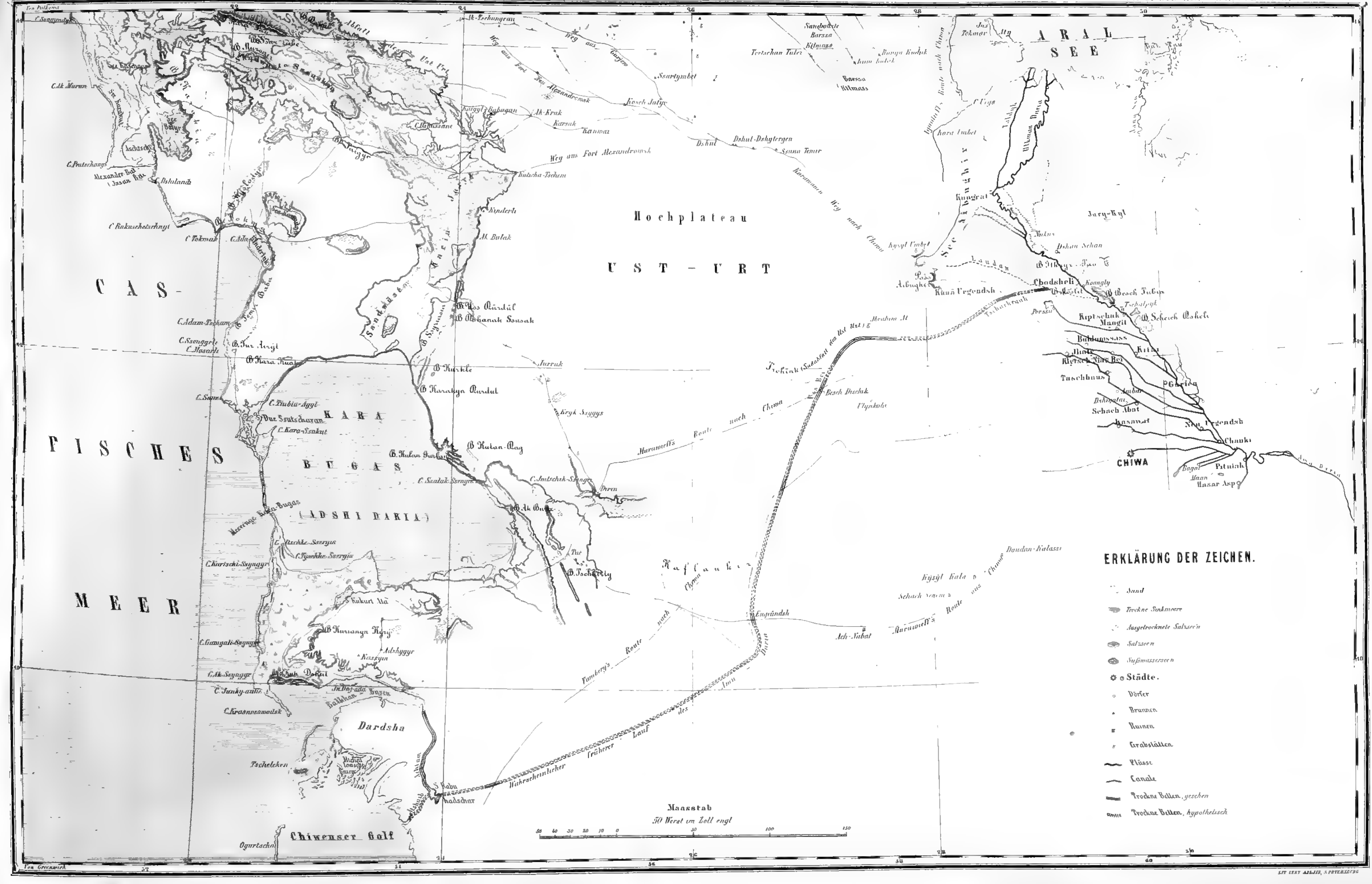
nach Aussagen zusammengestellt

1831.

Кар. Зав. А. Ильина по Вол. Маст. гл. д. № ½

ERKLÄRUNG DER ZEICHEN.

LIT. INST. AILJIN, S PETERSBURG


ARAL SEE
Hochplateau
UST-URT
CASPISCHES MEER
KARA BUGAS
(ADSHI DARIA)
CHIWA
Chodsheli
Kungrat
Kuna Urgendsh
Neu Urgendsh
Chanki
Taschhaus
Dardsha
Tschelekän
Chiwenser Golf
Ogurtscha
Krasnowodsk
Balchan
Kaflankir
Wahrscheinlicher früherer Lauf des Amu Daria
Murawieff's Route nach Chiwa
Vambery's Route
Weg aus Fort Alexandrowsk
Dshan Schan
Besch Tubja
Jary-Kyl
Kysyl Kala
Daudan-Kalassi
Engündsh
Ach-Nabat
Maasstab
50 Werst im Zoll engl
ERKLÄRUNG DER ZEICHEN.
Sand
Trockne Sinkmoore
Ausgetrocknete Salzsee'n
Salzseen
Süßwasserseen
Städte.
Dörfer
Brunnen
Ruinen
Grabstätten
Flüsse
Canäle
Trockne Betten, gesehen
Trockne Betten, hypothetisch

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 4.

REVISION
DER
SALAMANDRIDEN-GATTUNGEN
NEBST
BESCHREIBUNG EINIGER NEUEN ODER WENIGER BEKANNTEN ARTEN DIESER FAMILIE.

VON

Dr. **Alexander Strauch.**
Mitgliede der Akademie.

Mit 2 Kupfertafeln.

Lu le 24 mars 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;

à Riga: M. N. Kymmel;

à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 5 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Septembre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Vorwort.

Beim Bestimmen und Ordnen der im hiesigen akademischen Museum vorhandenen geschwänzten Amphibien fand ich namentlich unter den im asiatischen Russland und den angrenzenden Theilen Persiens gesammelten Molchen mehrere Formen, die sich auf keine der gegenwärtig bekannten Arten deuten liessen und von denen einige sogar auch in keine der bisher aufgestellten, überaus zahlreichen Gattungen eingereiht werden konnten. Um nun die an und für sich schon sehr zerstreute und an Einzelbeschreibungen neuer Gattungen und Arten überreiche Literatur dieser Amphibien-Ordnung nicht noch um einen ähnlichen Artikel reicher zu machen, entschloss ich mich, zugleich mit der Charakteristik der mir vorliegenden neuen Formen auch eine Uebersicht über die systematische Eintheilung derjenigen Abtheilung der *Urodelen*, zu welcher diese neuen Formen gehören, nämlich der *Salamandriden*, auszuarbeiten. Eine solche Bearbeitung schien mir um so mehr zeitgemäss, als die Confusion in der systematischen Anordnung der *Urodelen* bereits einen so hohen Grad erreicht hat, dass es ohne sehr eingehende und zeitraubende Studien absolut nicht mehr möglich ist, sich in diesem Chaos von grösstentheils völlig unhaltbaren, dabei meist gleich benannten, aber in verschiedener Umgrenzung aufgefassten Familien, Unterfamilien, Gruppen, Gattungen, Untergattungen und wie die verschiedenen Abtheilungen sonst noch heissen mögen, zurecht zu finden.

Bei der Aufgabe, die ich mir gestellt, kam es selbstverständlich zunächst darauf an, die beiden, schon von den älteren Systematikern unter den geschwänzten Amphibien unterschiedenen, sehr natürlichen Gruppen, der eigentlichen Molche und der Fischmolche, gegen einander genau abzugrenzen und durch sichere Merkmale zu kennzeichnen, da bekanntlich das früher benutzte Eintheilungscriterium, das der Beschaffenheit der Respirationsorgane entlehnt war, sich in Folge der genaueren anatomischen Untersuchung des japanischen Riesensalamanders als nicht stichhaltig erwiesen hatte, und da glaube ich denn in der Ausbildung der Augenlider, so wie in der Stellung der Gaumenzähne zwei Merkmale gefunden, oder richtiger, der Vergessenheit entrissen zu haben, bei deren Anwendung die beiden in Rede stehenden Gruppen, denen ich den Werth von Familien beilege, sich nicht bloss für alle Fälle mit Sicherheit unterscheiden lassen, sondern auch in ihrer Zusammensetzung vollkommen natürlich sind.

Was nun die Familie der *Salamandriden* anbetrifft, für welche allein mir ein einigermaassen ausreichendes Material zu Gebote stand, so habe ich dieselbe in 2 Tribus und

19 Genera eingetheilt und diese letzteren fast ausschliesslich durch die Stellung der Gaumenzähne, durch die An- oder Abwesenheit der Sphenoidalzähne, durch die Befestigungsweise der Zunge und durch die Zahl der Zehen an den Hinterfüssen von einander unterschieden, so dass sie also nicht allein auf sichere, sondern zugleich auch leicht zu untersuchende Merkmale basirt sind. Gern hätte ich auch die Arten dieser Familie, deren Zahl sich im Ganzen auf etwas über 80 beläuft, einer näheren Besprechung unterzogen, jedoch fehlte es mir zu solch einem Unternehmen an dem nöthigen Material und so habe ich mich denn darauf beschränken müssen, bei jeder einzelnen Gattung die gegenwärtig bekannten Arten, für deren Selbstständigkeit ich aber in vielen Fällen nicht einstehen kann, mit Angabe der nöthigen Citate und der hauptsächlichsten Synonyme aufzuführen und die neuen oder bisher noch ungenügend bekannten der akademischen Sammlung zu beschreiben.

Endlich habe ich bei jeder einzelnen Art auch die Länder oder Staaten verzeichnet, in denen sie bisher beobachtet worden ist, und diese Notizen am Schlusse zu einer Uebersicht über die geographische Verbreitung der *Salamandriden* zusammengestellt, welche Uebersicht zwar nur in sehr allgemeinen Zügen entworfen werden konnte, aber doch vollkommen genügt, um darzuthun, dass die von Dr. Jaeger im 14ten Jahrgange der Zeitschrift «Das Ausland» über denselben Gegenstand veröffentlichten Angaben keineswegs mit der Wirklichkeit im Einklange stehen.

Schliesslich muss ich noch bemerken, dass in dem Verzeichnisse der zu jeder Gattung gehörigen Arten diejenigen, welche die akademische Sammlung besitzt und welche ich folglich selbst zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, durch ein vor die Nummer gestelltes * ausgezeichnet sind.

Die Klasse der eigentlichen Amphibien, *Amphibia s. str.* seu *Amphibia dipnoa*, deren Repräsentanten sämmtlich eine Metamorphose durchmachen, d. h. in der Jugend durch Kiemen, im ausgewachsenen Zustande aber durch Lungen, oder seltener durch Lungen und Kiemen zugleich athmen, zerfällt bei alleiniger Berücksichtigung der gegenwärtig lebenden Arten bekanntlich in drei grosse Gruppen, die sich schon durch den Habitus in sehr auffallender Weise von einander unterscheiden und als eben so viele Ordnungen aufgefasst werden können. Die erste dieser drei Gruppen, die Ordnung der *Peromela* oder *Apoda*, umfasst eine verhältnissmässig sehr kleine Zahl wurmförmiger Geschöpfe, die weder Extremitäten, noch einen Schwanz besitzen und deren cylindrischer Rumpf ganz regelmässig geringelt erscheint, die zweite Gruppe, die Ordnung der *Anura* oder *Ecaudata*, wird von den überaus zahlreichen frosch- und krötenartigen Thieren, den eigentlichen *Batrachia*, gebildet, die durch einen kurzen, mehr oder weniger flachgedrückten, stets schwanzlosen Rumpf und vier stark entwickelte Extremitäten ausgezeichnet sind, und die dritte Gruppe oder Ordnung endlich, der man den Namen *Urodela* oder *Caudata* beigelegt hat, begreift die molchartigen Thiere in sich, deren gestreckter Rumpf stets in einen sehr kräftigen Schwanz ausläuft und vier, seltener zwei, verhältnissmässig schwache Extremitäten besitzt.

Die Ordnung der *Urodelen* nun, die hier allein in Betracht kommt, bietet schon in so fern ein ganz besonderes Interesse dar, als sie die einzige ist, in welcher Arten mit perennirender Kiemenathmung vorkommen, und zwar lassen sich nach der Beschaffenheit der Athmungswerkzeuge drei Kategorien von Formen unterscheiden, von denen jede einem besonderen Stadium der allen Amphibien eigenthümlichen Metamorphose entspricht. Die niedrigste Stufe nehmen die sogenannten *Perennibranchiata* ein, welche zeitlebens äussere Kiemenbüschel behalten und also dem ersten Larvenstadium der höheren Formen entsprechen, alsdann folgen die *Derotremata*, die im ausgewachsenen Zustande zwar die Kiemenbüschel verlieren, bei denen aber zeitlebens eine Kiemenspalte oder ein Kiemenloch an jeder Seite des Halses bestehen bleibt und die somit dasjenige Larvenstadium der höheren Formen repräsentiren, wo die Larve die Kiemenbüschel bereits eingebüsst hat, wo aber die Kiemenspalte noch nicht Zeit gehabt hat, sich zu schliessen, und die höchste Stufe endlich nehmen die *Myctodera* ein, die im ausgewachsenen Zustande weder Kiemenbüschel, noch ein Kiemenloch besitzen, sondern ausschliesslich durch Lungen athmen und also dem völlig entwickelten Thiere, das seine Metamorphose vollkommen absolvirt hat, entsprechen.

Eine so auffallende Differenz in der Beschaffenheit der Respirationsorgane konnte selbstverständlich nicht unbemerkt bleiben und ist auch schon von den älteren Systematikern zur weiteren Eintheilung der Molche oder Schwanzlurche benutzt worden. Anfangs,

als das zoologische System überhaupt noch wenig complicirt war, benutzte man die Verschiedenheiten in den Athmungswerkzeugen nur als Merkmal zur Aufstellung von Gattungen, später jedoch, als eine beträchtlichere Anzahl verschiedener Molch-Arten bekannt geworden war, vereinigte man die Arten, welche im ausgewachsenen Zustande ausser den Lungen auch Kiemen besitzen, unter dem Namen der Kiemen- oder Fischmolche und stellte sie den gewöhnlichen Molchen, die nach überstandener Metamorphose durchaus kiemenlos sind, als besondere Gruppe gegenüber.

So finden wir zuerst bei Merrem [1]), der die Klasse der Amphibien mit dem Namen *Batrachia* belegt und nach dem Vorgange Oppel's [2]) in drei Ordnungen, *Apoda*, *Salientia* und *Gradientia*, eintheilt, in der Ordnung der *Gradientia*, welche die *Urodelen* umfasst, zwei Familien unterschieden, *Mutabilia* und *Amphipneusta*, die zwar hauptsächlich auf die An- oder Abwesenheit der Augenlider basirt sind, von denen jedoch, wie schon die Namen andeuten, die erste die gewöhnlichen Molche, welche eine vollständige Metamorphose durchmachen, enthält, während zu der letzteren die Kiemen- oder Fischmolche gerechnet werden, deren Metamorphose in so fern unvollkommen genannt werden muss, als diese Geschöpfe im ausgewachsenen Zustande neben der Lungenathmung auch die Kiemen, das Attribut der Larve, beibehalten.

Ein Jahr nach Merrem proponirte Fr. S. Leuckart [3]) eine neue Klassification der Amphibien und theilte in derselben seine Ordnung *Dipnoa*, welche eben die Amphibien mit Ausschluss der *Peromelen* enthält, je nachdem die Arten im ausgewachsenen Zustande nur durch Lungen, oder aber durch Lungen und Kiemen zugleich athmen, in zwei Familien, *Batrachia* und *Ichthyoidea*, ein, stellte folglich die Fischmolche, welche allein die Familie der *Ichthyoidea* bilden, den unter dem Namen *Batrachia* in eine Familie vereinigten *Anuren* und *Myctoderen* gegenüber. Diese Eintheilung wurde nun, obwohl sie der Merrem'schen bei Weitem nachsteht, sowohl von Latreille und Fitzinger, als auch von Wagler und Bonaparte adoptirt, jedoch führte jeder dieser Autoren für die beiden Leuckart'schen Familien, die bald als Ordnungen, bald als Tribus aufgefasst wurden, neue Benennungen ein und theilte sie nicht, wie Leuckart, direkt in Gattungen, sondern noch in besondere Unterabtheilungen oder Gruppen ein. Latreille [4]), der die *Peromelen* unter dem Namen *Gymnophidia* zu den Reptilien stellt, unterscheidet in seiner Klasse *Amphibia* zwei Ordnungen, *Caducibranchia* und *Perennibranchia*, von denen die erste in die beiden Familien *Anoura* und *Urodela* zerfällt, während die letzte nur die Familie *Ichthyoida*

1) Merrem. Tentamen Syst. Amphibior. p. 163.

2) Oppel (Die Ordnungen, Familien und Gattungen der Reptilien p. 72) fasst die Amphibien als Ordnung auf und theilt sie in drei Familien, *Apoda*, *Ecaudata* und *Caudata*, eine Eintheilung, welche M. C. Duméril für sich in Anspruch nimmt, und vielleicht mit Recht, da Oppel, der ein Schüler Duméril's war, möglicherweise manche neue Anschauung, wie namentlich die systematische Stellung der *Apoden*, in den Vorlesungen seines Lehrers sich angeeignet haben mag.

3) Oken's Isis 1821. Heft V. Litter. Anzeiger p. 257—265.

4) Latreille. Familles naturelles du règne animal. p. 103—105.

enthält. Fitzinger[1]), der die *Peromelen* gleichfalls zu den Reptilien rechnet und sie die vierte Tribus, *Nuda*, seiner Ordnung *Monopnoa* bilden lässt, nimmt in seiner Ordnung *Dipnoa* zwei Tribus, *Mutabilia* und *Immutabilia*, an und theilt die erste dieser Tribus in fünf Familien, *Ranoidea*, *Bufonoidea*, *Bombinatoroidea*, *Pipoidea* und *Salamandroidea*, die zweite dagegen, welche die Fischmolche umfasst, nur in zwei, nämlich *Cryptobranchoidea* mit einem Kiemenloch und *Phaenerobranchoidea* mit Kiemenbüscheln. Wagler[2]) theilt die Klasse der *Amphibia*, zu welcher er sowohl die *Monopnoa*, als auch die *Dipnoa* rechnet, im Ganzen in 8 Ordnungen, von denen die drei letzten, *Coeciliae*, *Ranae* und *Ichthyodi*, die eigentlichen Amphibien umfassen; die Ordnung der *Ranae* nun zerfällt in zwei Familien, *Aglossae* und *Phaneroglossae*, welche letztere die *Anuren* und die *Myctoderen* als besondere Divisionen in sich vereinigt; die Ordnung der *Ichthyodi* dagegen enthält nur eine Familie, *Hedraeoglossi* mit den beiden Divisionen *H. abranchiales* und *H. branchiales*. Bonaparte[3]) endlich, der die Amphibien mit Ausnahme der *Peromelen* als besondere Unterklasse, *Batrachia*, auffasst, theilt dieselbe in zwei Sectionen, *Mutabilia* und *Amphipneusta* oder *Immutabilia*, von denen die erstere die Ordnung *Caducibranchia* mit den beiden Familien *Ranidae* und *Salamandridae* enthält, während die letztere in zwei Ordnungen mit je einer Familie zerfällt, nämlich in die Ordnung *Cryptobranchia* mit der Familie *Amphiumidae* und die Ordnung *Perennibranchia* oder *Phanerobranchia* mit der Familie *Sirenidae*.

Die fünf zuletzt aufgeführten Klassificationen stimmen bei aller sonstigen Verschiedenheit dennoch darin mit einander überein, dass in allen die so scharf begrenzte Ordnung der Schwanzlurche oder *Urodelen* in völlig unnatürlicher Weise auseinandergerissen wird, indem die Fischmolche, also der kleinere Theil der molchartigen Thiere, als besondere Gruppe aufgefasst werden, während der grössere Theil der *Urodelen*, nämlich sämmtliche *Myctoderen* oder *Salamandriden*, mit den *Anuren* in eine und dieselbe Gruppe vereinigt erscheint. Die auf diese Weise gebildeten Gruppen sind mithin selbstverständlich nicht gleichwerthig, und daher wurde diese Anordnung als völlig unnatürlich sehr bald verworfen und bereits im Jahre 1832 durch eine neue ersetzt. Der Autor dieser neuen Eintheilung ist der berühmte Johannes Müller, der durch die Entdeckung der Kiemenlöcher an einer jungen *Coecilia hypocyanea* Hasselt (*Epicrium glutinosum* L.) den direkten Beweis dafür beigebracht hat, dass die schon von M. C. Duméril und Oppel zu den eigentlichen Amphibien gerechneten *Peromelen* oder *Apoden* auch wirklich *Amphibia dipnoa* sind. In Folge dieser Entdeckung schlug Müller[4]) vor, die eigentlichen Amphibien in fünf Abtheilungen unterzubringen, denen er die Namen *Gymnophiona* (*Peromela*), *Derotremata* (Fischmolche mit Kiemenlöchern), *Proteida* (Fischmolche mit Kiemenbüscheln), *Salamandrina* und *Batrachia* beilegte, und obwohl diese Eintheilung der früheren ursprünglich von Leuckart proponirten ohne Widerrede vorzuziehen ist, so steht sie doch der alten Oppel-Merrem-

1) Fitzinger. Neue Classification der Reptilien p. 36—43.
2) Wagler. Natürl. Syst. d. Amphibien p. 131.
3) Bonaparte. Saggio di una distribuzione metodica degli animali vertebrati. p. 68—69.
4) Oken's Isis 1832 p. 504—505.

schen schon in fo fern nach, als auch hier die einzelnen Abtheilungen nicht gleichwerthig sind, denn während die *Peromelen* und *Anuren* je eine Abtheilung bilden, sind die *Urodelen* lediglich nach Beschaffenheit der Respirationsorgane in drei Abtheilungen, *Derotremata*, *Proteida* und *Salamandrida*, getrennt.

Diesen Fehler der Müller'schen Eintheilung hat Tschudi auch erkannt, ist aber, indem er ihn verbessern wollte, in einen weit grösseren verfallen. Tschudi[1]) nimmt nämlich die Müller'sche Klassification an, ändert sie jedoch in so fern ab, als er die Abtheilung der *Derotremen* eingehen lässt, und es wäre diese Abänderung sicherlich eine Verbesserung zu nennen, wenn Tschudi die *Derotremen* zu den *Proteiden* gestellt und auf diese Weise alle Fischmolche in eine Ordnung vereinigt hätte. Statt dessen zieht er einen Theil der *Derotremen* Müller's, nämlich die Gattung *Menopoma*, zu den *Salamandriden*, stellt die übrigen zu den *Proteiden* und creirt auf diese Weise zwei Ordnungen, *Salamandrinae* und *Proteideae*, die kein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal besitzen, denn die *Salamandrinae* haben zwar im ausgewachsenen Zustande niemals Kiemen, jedoch giebt es unter ihnen eine Gattung (*Menopoma*) mit persistirendem Kiemenloch und eben so findet sich unter den *Proteideae*, die im ausgewachsenen Zustande die Kiemenbüschel beibehalten, eine Gattung (*Amphiuma*), welche statt der Kiemenbüschel nur ein Kiemenloch besitzt. Tschudi, der den Mangel eines sicheren Merkmals zur Unterscheidung seiner beiden letzten Ordnungen sehr wohl durchgefühlt hat, hebt, um sein Verfahren zu motiviren, hervor, dass *Menopoma* in anatomischer und besonders osteologischer Beziehung vollkommen mit *Megalobatrachus* (dem japanischen Riesensalamander) und dem fossilen *Andrias*, also mit zwei Formen übereinstimme, von denen wenigstens die eine im ausgewachsenen Zustande, weder Kiemenbüschel, noch ein Kiemenloch besitzt, und dass ungeachtet dieser Verschiedenheit in den Respirationsorganen die drei genannten Geschöpfe bei einer natürlichen Anordnung nicht von einander getrennt und in verschiedene Ordnungen gestellt werden können. Gegen diese Ansicht lässt sich nun allerdings nichts einwenden, denn die drei in Rede stehenden Molche gehören ohne Widerrede zusammen, ja bilden möglicherweise nur ein einziges Genus, jedoch muss ich bemerken, dass die Differenz, welche *Menopoma* und *Amphiuma* in anatomischer Beziehung darbieten, keineswegs grösser ist, als diejenige, welche zwischen *Megalobatrachus* und den *Salamandriden* besteht, und dass folglich, wenn das der Beschaffenheit der Respirationsorgane entlehnte Unterscheidungsmerkmal überhaupt aufgegeben werden soll, wie es doch faktisch bei Tschudi's Klassification geschieht, es viel richtiger wäre, die drei genannten Formen zu den Fischmolchen zu zählen, statt sie, wie Tschudi vorschlägt, als besondere Familie *Tritonides* bei den *Salamandriden* zu lassen.

Die nächste Klassification, welche ich kurz zu berühren habe, ist von Duméril und Bibron[2]) in ihrem grossen Werke, der Erpétologie générale, vorgeschlagen worden.

---

1) Tschudi. Classification der Batrachier p. 26.

2) D. et B. Erpétol. génér. VIII. p. 53; le tableau en regard de cette page.

Selbstverständlich haben diese Autoren die oben erwähnte Oppel-Merrem'sche Eintheilung der Amphibien in drei Gruppen, die ja ursprünglich von M. C. Duméril herrühren soll, adoptirt und demnach ihre vierte Ordnung der Klasse *Reptilia*, die *Batraciens*, in drei Unterordnungen, *Peromèles*, *Anoures* und *Urodèles*, eingetheilt. Die dritte dieser Unterordnungen, die *Urodèles*, zerfällt nun weiter, je nachdem die Arten im ausgewachsenen Zustande nur durch Lungen oder durch Lungen und Kiemen zugleich athmen, in zwei Gruppen, *Atrétodères* und *Trématodères*, von denen die erste nur die Familie der *Salamandrides* enthält, während in der letzteren die Arten mit Kiemenlöchern als Familie der *Amphiumides*, die Arten mit Kiemenbüscheln aber als Familie der *Protéïdes* unterschieden werden. Dieser Klassification, die fast allgemein adoptirt worden ist und sich sogar noch bis heute erhalten hat, gebührt auch entschieden der Vorzug nicht allein vor allen vorhergehenden, sondern auch vor allen noch weiter unten zu besprechenden, und der einzige Vorwurf, den man den Verfassern der Erpétologie générale machen könnte, ist der, dass sie sich bei Eintheilung der Molche ausschliesslich an die Beschaffenheit der Respirationsorgane gehalten und demzufolge den japanischen Riesensalamander, der bekanntlich im ausgewachsenen Zustande weder Kiemenbüschel, noch ein Kiemenloch besitzt, ausschliesslich dieses Umstandes wegen in die Gruppe der *Atrétodères* gestellt haben, während er doch nicht allein seiner inneren Organisation, sondern auch seiner ganzen äusseren Erscheinung nach in die Gruppe der *Trématodères* oder Fischmolche gehört.

Zwei Jahre nach Veröffentlichung der eben besprochenen Klassification von Duméril und Bibron erschien der erste und einzige Fascikel von Fitzinger's Systema Reptilium, in welchem dieser Autor eine ganz neue und überaus complicirte Eintheilung der unter dem Namen *Reptilia* in eine Klasse vereinigten Reptilien und Amphibien vorschlug, die Begründung derselben aber schuldig blieb, so dass seine Klassification lediglich aus einer Menge neuer und neu benannter Abtheilungen besteht, die nicht weiter charakterisirt sind und über deren Werth sich folglich auch schwer ein Urtheil fällen lässt. Ohne mich auf eine nähere Besprechung dieser Klassification einzulassen, beschränke ich mich darauf, zu bemerken, dass von den fünf Series, in welche Fitzinger seine Klasse *Reptilia* eintheilt, die vierte, *Dipnoa* [1]), die eigentlichen Amphibien enthält und in drei Ordnungen, *Batrachia*, *Hemibatrachia* und *Ichthyodea*, zerfällt; die erste dieser Ordnungen umfasst sämmtliche *Anuren*, zu der zweiten rechnet er die *Atrétodères* der Erpétologie générale, jedoch mit Ausnahme des *Cryptobranchus maximus* Schleg., der mit den *Trematoderen* und *Peromelen* in die Ordnung *Ichthyodea* gestellt wird. So richtig nun auch die Vereinigung des japanischen Riesensalamanders mit den Fischmolchen ist, so lässt sich doch absolut nicht absehen, aus welchen Gründen Fitzinger die wurmförmigen *Peromelen* als Section in seine Ordnung *Ichthyodea* gestellt und sie dazu noch zwischen die Sectionen der *Derotremen* und *Perennibranchiaten* eingeschoben hat. Dergleichen unnatürliche Anordnungen,

1) Fitzinger. Systema Reptilium. p. 30—35.

wie die eben erwähnte Vereinigung der *Peromelen* mit den Fischmolchen, finden sich auch in den übrigen Series und überdies wird die Klasse der Reptilien in eine solche Menge von fast durchweg neuen und grösstentheils völlig überflüssigen Series, Ordines, Sectiones, Tribus, Familiae, Genera und Subgenera eingetheilt, dass es wirklich schwer hält, sich in diesem Gewirre von Abtheilungen und Unterabtheilungen zurecht zu finden; übrigens ist von den fünf Series nur die erste, *Amblyglossae*, welche einen Theil der Eidechsen, nämlich die *Chamaeleoniden, Iguaniden* und *Geckoniden*, umfasst, ausgearbeitet, d. h. mit diagnostischen Merkmalen versehen, alle übrigen dagegen stellen nur dürre Namenregister dar und so hat denn diese Klassification auch weiter keinen Anklang gefunden.

Endlich habe ich noch einer Eintheilung der Amphibien kurz zu gedenken, welche von Gray[1]) im Jahre 1850 veröffentlicht worden ist. Gray, der die Lungenfische (*Lepidosiren* und *Protopterus*) zu seiner Klasse *Amphibia* zählt, theilt dieselbe zunächst in zwei grosse Abtheilungen, *Tritones* und *Sirenes*, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass bei den ersteren das Geruchsorgan in einer besonderen Knochenkapsel liegt und die inneren Nasenöffnungen die Gaumenbeine durchbohren, während bei den letzteren keine besondere Knochenkapsel für das Geruchsorgan vorhanden ist und die inneren Nasenöffnungen vor den Gaumenbeinen liegen. Die Abtheilung der *Tritones* wird weiter in drei Ordnungen, *Batrachia*, *Pseudosauria* und *Pseudophidia*, die Abtheilung der *Sirenes* in zwei Ordnungen *Pseudoichthyas* und *Meantia* eingetheilt. Abgesehen von der Ordnung *Pseudoichthyas*, welche auf die Lungenfische begründet ist und folglich in die Klasse der Fische gehört, ist nur die Ordnung *Pseudophidia*, welche die *Peromelen* umfasst, natürlich, die drei anderen dagegen, in welchen alle übrigen Amphibien untergebracht sind, entsprechen in ihrer Zusammensetzung keineswegs den schon im Allgemeinhabitus ausgesprochenen natürlichen Verwandschaften dieser Thiere und sind ausschliesslich auf Differenzen im Baue der Respirationsorgane basirt. So enthält die Ordnung der *Meantia* nur die *Perennibranchiaten*, mit Ausschluss des Axolotl (*Siredon pisciformis Shaw*), den Gray schon damals mit Entschiedenheit für eine Larve erklärt hat, die Ordnung der *Pseudosauria* ist auf die *Derotremen*, zu denen auch der japanische Riesensalamander gezogen wird, begründet und die Ordnung *Batrachia* endlich enthält sowohl die *Anuren*, als auch die *Salamandriden* und wird daher auch in zwei Unterordnungen, *Salientia* und *Gradientia*, eingetheilt. Gray sondert somit auf der einen Seite die einander in jeder Beziehung so ähnlichen Fischmolche und stellt sie, je nachdem sie die Kiemenbüschel behalten oder verlieren, in zwei verschiedene Ordnungen, auf der anderen Seite vereinigt er wiederum die so grundverschiedenen *Anuren* und *Salamandriden*, bloss weil sie die Kiemen verlieren, in eine einzige Ordnung und kehrt wenigstens in Hinsicht auf die zuletzt genannte Ordnung zu einem Standpunkte zurück, den Müller bereits zwanzig Jahre früher als völlig unnatürlich aufgegeben hat.

Aus der vorstehenden Aufzählung der hauptsächlichsten Klassificationen, welche im

---

1) Gray. Catal. of Amphibia II. Batrachia gradientia p. 10.

Laufe der Zeit für die Klasse der Amphibien und speciell für die Ordnung der *Urodelen* in Vorschlag gebracht worden sind, ergiebt sich, dass sämmtliche Autoren, so verschieden die Resultate, zu denen sie bei der Eintheilung gelangt, auch sein mögen, stets ein und dasselbe Kriterium, nämlich die Beschaffenheit der Respirationsorgane, in erster Linie berücksichtigt haben. Da nun wirklich die verschiedene Beschaffenheit dieser Organe stets mit einer bedeutenden Differenz in der Lebensweise Hand in Hand geht, indem die kiemenathmenden Formen selbstverständlich an das Wasser gebunden sind, während die lungenathmenden entweder immer, oder doch zeitweise auf dem Lande leben, so lässt sich am Ende gegen das dem Baue der Athmungswerkzeuge entnommene Eintheilungskriterium kaum etwas einwenden, und es entsprechen die auf dasselbe begründeten Abtheilungen zweien durchaus natürlichen biologischen Typen, den Wasser-, oder richtiger, Fischmolchen und den *Salamandriden* oder gewöhnlichen Molchen Die Neuzeit hat jedoch gelehrt, dass die An- oder Abwesenheit der Kiemenbüschel oder der Kiemenspalten keineswegs genügt, die genannten Hauptabtheilungen der Molche von einander zu unterscheiden, und namentlich sind es zwei sehr bekannte Formen von *Urodelen*, nämlich der Axolotl, *Siredon pisciformis* Shaw, und der japanische Riesensalamander, *Cryptobranchus maximus* Schleg., durch deren genauere Untersuchung die Unzulänglichkeit des den Respirationsorganen entlehnten Kriteriums auf das Entschiedenste dargethan worden ist.

Was zuerst den Axolotl anbetrifft, so ist derselbe bereits von Cuvier[1]), Baird[2]) und Gray[3]) für die Larve eines noch unbekannten *Salamandriden* erklärt worden, und wirklich haben die in neuester Zeit in der Ménagerie des Reptiles im Pariser Pflanzengarten von Prof. A. Duméril[4]) angestellten Beobachtungen dargethan, dass dieses Thier kein Fischmolch ist, sondern als Larvenform der *Salamandriden*-Gattung *Amblystoma* Tsch. angesprochen werden muss. Merkwürdig ist bei den in Paris angestellten Beobachtungen jedoch der Umstand, dass nur die im Aquarium aus dem Ei gezogenen Exemplare des Axolotl die Kiemenbüschel eingebüsst und sich zu *Amblystoma* umgebildet haben, während die ursprünglich aus Mexico eingeführten Stücke, von denen eben die im Aquarium zur Entwickelung gebrachten Eier stammen, nach wie vor im Larvenzustande verblieben sind, d. h. die Kiemenbüschel behalten haben, und es bleibt also die Entscheidung der Frage, unter welchen besonderen Verhältnissen der Axolotl im Larvenzustande verharrt und unter welchen er sich zu *Amblystoma* umwandelt, d. h. seine Metamorphose vollendet, späteren Untersuchungen vorbehalten. Uebrigens steht das Factum, dass kiementragende Larven vollkommen geschlechtsreif sind, keineswegs isolirt da, sondern ist, wenngleich nur selten, auch an unseren europäischen Molchen beobachtet worden; so berichtet der verstorbene Professor de Filippi[5]) von Larven des *Triton alpestris* Laur., die er bei Andermatten gefangen und welche trotz der vollkommen ausgebildeten Kiemenbüschel doch geschlechtsreif waren, und

1) Humboldt et Bonpland. Recueil d'observat. de Zoologie etc. I. p. 116.
2) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I. p. 292.
3) Gray. Catal. of Amphibia II. p. 49.
4) Nouvelles Archives du Muséum II. p. 265—292.
5) Mem. R. Accad. Sc. Torino. XXI. 1864—65. p. LXV.

Jullien[1]) hat dasselbe Phänomen bei Larven von *Triton taeniatus* Schneid. beobachtet, kurz die An- oder Abwesenheit der Kiemenbüschel ist bei Unterscheidung der *Salamandriden* und *Ichthyoiden* ein Merkmal von sehr zweifelhaftem Werthe und genügt keineswegs in allen Fällen, um diese beiden Hauptgruppen der Molche mit Sicherheit von einander zu trennen.

Während die Beobachtungen am Axolotl dargethan haben, dass es *Salamandriden* geben kann, welche im geschlechtsreifen Zustande die Kiemenbüschel beibehalten, lehrt der japanische Riesensalamander gerade umgekehrt, dass auch Fischmolche existiren, welche im ausgewachsenen Zustande alle Attribute der Kiemenathmung einbüssen, und liefert somit einen weiteren Beleg für die Unbrauchbarkeit des dem Baue der Respirationsorgane entnommenen Unterscheidungsmerkmals. Dieser merkwürdige Molch besitzt bekanntlich im ausgewachsenen Zustande weder Kiemenbüschel, noch auch Kiemenspalten, und wurde daher, wie schon bemerkt, von vielen Autoren zu den *Salamandriden* gerechnet, dennoch gehört er seiner ganzen äusseren und inneren Organisation nach zu den Fischmolchen und stimmt auch, wie Van der Hoeven[2]) und Hyrtl[3]) übereinstimmend angeben, so sehr mit *Menopoma alleghaniense* Harl. überein, dass beide Autoren vorschlagen, ihn mit dem eben genannten Thiere in ein und dieselbe, *Cryptobranchus* zu nennende, Gattung zu stellen. Wenn dieser letztere Vorschlag vom systematischen Gesichtspunkte aus auch nicht unbedingt gut zu heissen ist, da *Menopoma alleghaniense* Harl. bekanntlich jederseits am Halse eine Kiemenspalte oder ein Kiemenloch besitzt und daher wohl nicht ohne Grund von *Cryptobranchus maximus* Schleg., dem dieses Organ fehlt, generisch getrennt werden könnte, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, dass beide Thiere in ein und dieselbe Hauptgruppe, und zwar zu den Fischmolchen, mit denen sie im Habitus, in der Beschaffenheit der das Auge schützenden Organe, im Baue des Zungenbeinapparates und in der Stellung der Gaumenzähne vollkommen übereinstimmen, gestellt werden müssen.

Nachdem es sich somit herausgestellt hat, dass die Beschaffenheit der Respirationsorgane kein stichhaltiges Merkmal zur Unterscheidung der beiden Hauptgruppen, in welche die *Urodelen* ihrem Habitus und ihrer Organisation nach zerfallen, abgeben kann, entsteht zunächst die Frage, ob sich diese beiden Hauptgruppen überhaupt noch aufrecht erhalten lassen, d. h. ob es Merkmale giebt, bei deren Berücksichtigung nicht allein die *Salamandriden* von den Fischmolchen für alle Fälle scharf unterschieden werden, sondern die letzteren, über deren Zusammengehörigkeit wohl kein Zweifel herrschen kann, auch in einer Gruppe vereinigt bleiben könnten.

Cope[4]) verneint diese Frage mit Entschiedenheit und schlägt vor, die Molche ausschliesslich nach osteologischen Merkmalen, besonders nach dem Baue des Schädels, in

1) Comptes rendus de l'Académie de Paris LXVIII. 1869, p. 938—939.

2) Mém. d. l. Soc. d. Mus. d'hist. nat. de Strassbourg. III. Van der Hoeven. Fragmens zoologiques sur les Batraciens p. 7—11.

3) Hyrtl. Cryptobranchus japonicus. Schediasma anatomicum p. 17.

4) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI. p. 102.

drei Abtheilungen, *Trachystomata*, *Proteida* und *Caducibranchiata*, einzutheilen. Die erste dieser drei Abtheilungen, *Trachystomata*, welche nur die Familie *Sirenidae* mit der einzigen Gattung *Siren* L. enthält, wird durch das Fehlen der Ossa maxillaria, praefrontalia, palatina und pterygoidea, durch den Mangel der Zähne im «Dentale» des Unterkiefers, so wie durch das Getrenntsein der beiden ersten «Ceratohyals», d. h. der beiden ersten Kiemenbögen, charakterisirt; die zweite Abtheilung, die der *Proteida*, welche die beiden in eine Familie, *Proteidae*, vereinigten Gattungen *Proteus* Laur. und *Necturus* Rafin. (*Menobranchus* Harl.) umfasst, stimmt mit der vorhergehenden in dem Mangel der Ossa maxillaria und praefrontalia überein, unterscheidet sich von derselben aber durch den Besitz von Gaumen- und Flügelbeinen, durch ein bezahntes Dentale des Unterkiefers, so wie durch die Verwachsung der beiden ersten «Ceratohyals» oder Kiemenbögen; die dritte Abtheilung, *Caducibranchiata*, endlich, zu welcher alle übrigen Molche gestellt werden und die in 8 Familien, *Amphiumidae*, *Protonopsidae*, *Desmognathidae*, *Plethodontidae*, *Amblystomidae*, *Hynobiidae*, *Salamandridae* und *Pleurodelidae* zerfällt, unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden durch die Anwesenheit der Ossa maxillaria und praefrontalia, welche letzteren übrigens den *Desmognathiden* fehlen sollen, so wie durch den Mangel persistirender Kiemenbüschel, welche Organe den Repräsentanten der beiden ersten Abtheilungen zukommen, von Cope aber überhaupt nur als Merkmale von mehr untergeordnetem Werthe aufgefasst werden.

Diese Eintheilung ist also hauptsächlich auf den Bau des Schädels basirt und dürfte schwerlich irgend einen Vorzug vor den früheren, auf die Beschaffenheit der Respirationsorgane begründeten Klassificationen haben, da sie den im Habitus so deutlich ausgesprochenen natürlichen Verwandtschaften der Molche in noch weit geringerem Grade Rechnung trägt. Während in den früher besprochenen Klassificationen die Fischmolche, mit Ausnahme des japanischen Riesensalamanders, stets von den *Salamandriden* getrennt und bald als eine einzige, bald als zwei Gruppen aufgefasst wurden, werden diese Thiere in der Cope'schen Eintheilung in der unnatürlichsten Weise von einander gerissen und zum Theil sogar mit den *Salamandriden* vereinigt. Ohne mich daher weiter auf eine Besprechung dieser durchaus künstlichen Klassification einzulassen, will ich nur hinsichtlich der von Cope angenommenen Eintheilungskriterien bemerken, dass man bei der systematischen Anordnung einer beliebigen Thiergruppe wohl schwerlich zu Merkmalen, die ausschliesslich nur an skeletirten Exemplaren untersucht werden können, seine Zuflucht nehmen wird, so lange noch andere, viel leichter wahrnehmbare vorhanden sind, und dass es dergleichen giebt, hat Merrem bereits vor fünfzig Jahren gezeigt.

Wie bereits weiter oben bemerkt ist, theilt Merrem seine Ordnung *Gradientia* in zwei Familien, *Mutabilia* und *Amphipneusta*, die er durch die An- oder Abwesenheit der Augenlider von einander unterscheidet, und in der That ist dieses Merkmal ein durchaus constantes, denn, wie ich mich auf das Entschiedenste überzeugt habe, besitzen alle *Salamandriden* wohl entwickelte klappenförmige Augenlider, während bei sämmtlichen Fisch-

molchen, den japanischen Riesensalamander selbstverständlich mit einbegriffen, diese Organe entweder ganz fehlen, oder aber durch eine äusserst kurze, kreisförmige Hautfalte repräsentirt sind. Ausser diesem Merkmal, durch welches die *Salamandriden* und *Ichthyoiden* schon auf den ersten Blick für alle Fälle mit Sicherheit unterschieden werden können, giebt es noch ein zweites, das gleichfalls ohne alle Schädigung des Exemplars untersucht werden kann und nicht weniger constant ist; dieses zweite Merkmal bieten die Gaumenzähne dar, deren Stellung und Anordnung in der systematischen Eintheilung der *Salamandriden* bekanntlich eine sehr bedeutende Rolle spielt. Die Gaumenzähne, die bei den Larven, so weit die bisherigen Erfahrungen reichen, stets in Gruppen oder Haufen angeordnet und den Bürstenzähnen der Fische sehr ähnlich sind, bilden bei den ausgewachsenen *Salamandriden* zwei schmale, mitunter in der Mittellinie des Gaumens vereinigte Streifen, die immer am Hinterrande der zu einem einzigen Knochen verwachsenen Ossa palatina stehen und entweder den ganzen Hinterrand des Knochens einnehmen, oder nur auf einen Theil desselben beschränkt sind, oder endlich am Innenrande zweier nach hinten gerichteten, divergirenden Fortsätze des Gaumenbeines sitzen: bei den *Ichthyoiden* hingegen zeigen die Gaumenzähne entweder genau dieselbe Anordnung in Haufen, welche bei den Larven der *Salamandriden* Norm zu sein scheint, oder aber sie stehen am Vorderrande der meist durch Nath mit einander vereinigten Ossa palatina und bilden einen Bogen, der in seiner Krümmung ziemlich genau dem Bogen der Kieferzähne folgt; die erste dieser beiden Anordnungen, wo nämlich die Gaumenzähne bürstenförmige Haufen bilden, ist im Ganzen sehr selten und findet sich nur bei den Arten der Gattung *Siren* L., die zweite dagegen kommt allen übrigen Fischmolchen, mit Einschluss der fossilen Gattung *Andrias* Tsch., gemeinschaftlich zu.

Selbstverständlich genügen die beiden angeführten Unterscheidungsmerkmale nicht, sobald es sich um Larven handelt, bei denen die Augenlider, ähnlich wie bei manchen Fischmolchen, eine kreisförmige Falte darstellen, während die Gaumenzähne eine bürstenförmige Anordnung zeigen, und es fehlt also zur Zeit noch an einem Kennzeichen, um die Larven der *Salamandriden* für alle Fälle mit Sicherheit von den Larven der Fischmolche zu unterscheiden. Da jedoch, wie ich mich an Exemplaren verschiedener Arten zu überzeugen Gelegenheit gehabt habe, die Ausbildung der klappenförmigen Augenlider sowohl, als auch die streifenförmige Anordnung der Gaumenzähne bei den *Salamandriden*-Larven noch vor dem gänzlichen Verschwinden der Kiemenbüschel eintritt, so lassen sich wenigstens die ausgewachsenen Larven beider Hauptgruppen der *Urodelen* nach den angegebenen Merkmalen noch ganz sicher unterscheiden[1]).

Endlich bleibt mir noch übrig, des Zungenbein-Kiemenbogen-Apparates zu gedenken, dessen Bau bei den beiden Hauptgruppen der in Rede stehenden Ordnung gleichfalls einige Differenzen zeigt und daher auch als Unterscheidungsmerkmal benutzt werden kann; da

1) Es wäre höchst interessant zu erfahren, wie die Augenlider bei denjenigen Exemplaren des Axolotl beschaffen gewesen sind, welche sich im Aquarium des Jardin des Plantes fortgepflanzt haben.

jedoch die Verschiedenheiten, welche die beiden Gruppen im Baue des fraglichen Organs darbieten, keineswegs sehr bedeutend sind, und der Apparat zwar an sämmtlichen Formen von Fischmolchen, aber nur an sehr wenigen Arten aus der Gruppe der *Salamandriden* eingehend untersucht worden ist, so darf diesem dritten Eintheilungskriterium vom systematischen Gesichtspunkte aus nur ein mehr untergeordneter Werth beigelegt werden. Was nun den Bau des genannten Apparates anbetrifft, so besitzen bekanntlich die Larven sämmtlicher *Urodelen* jederseits am hinteren Ende des Zungenbeinkörpers eine Reihe bogenförmiger Anhänge, die Kiemenbögen, deren Zahl sich stets auf 4 Paare beläuft und die nur bei den Gattungen *Proteus* Laur. und *Menobranchus* Harl. durch Verschmelzen der beiden vordersten Bögen jeder Seite auf 3 Paare reducirt sind. Diese Kiemenbögen erleiden nun bei denjenigen Fischmolchen, welche im geschlechtsreifen Zustande durch Lungen und Kiemen zugleich athmen, weder in Form, noch in Zahl eine Veränderung, sondern bleiben zeitlebens bestehen, bei dem japanischen Riesensalamander dagegen, dem einzigen Fischmolche, der im ausgewachsenen Zustande ausschliesslich durch Lungen athmet, verschwinden die beiden letzten Bogenpaare, so dass dieser Molch nach vollendeter Metamorphose nur zwei Paare knöcherner Kiemenbögen beibehält. Eine ganz ähnliche Reduction der Kiemenbögen tritt nun auch bei den *Salamandriden* nach überstandener Metamorphose ein, und zwar behalten diese Thiere im ausgewachsenen Zustande nur den vordersten Kiemenbogen, so wie das ventrale Stück des zweiten, welches letztere aber nicht verknöchert, und es beschränkt sich also der Unterschied in der Beschaffenheit des Kiemenbogen-Apparates im Wesentlichen darauf, dass bei dem höchst organisirten Fischmolche jederseits zwei knöcherne Bögen vorhanden sind, während bei den *Salamandriden* nur anderthalb solcher Bögen existiren, von denen der vordere ganze knöchern ist, der hintere halbe aber zeitlebens knorplig bleibt und bei einzelnen Arten möglicherweise auch gänzlich schwindet[1]).

Die vorstehende Auseinandersetzung lehrt nun, dass die beiden Hauptgruppen, in welche die *Urodelen* sowohl ihrem Habitus, als auch ihrer Organisation nach zerfallen, sich durch scharfe und leicht wahrnehmbare Merkmale kennzeichnen lassen, und ich schlage daher vor, die alte Merrem'sche Eintheilung der Schwanzlurche wieder einzuführen und diese Ordnung in zwei Familien einzutheilen, denen man am passendsten die Benennungen *Salamandrida* und *Ichthyoida* beilegen könnte und die sich bei alleiniger Berücksichtigung der vollkommen ausgebildeten Individuen, wie folgt, von einander unterscheiden:

Salamandrida. Die Augen verhältnissmässig gross und stets mit deutlich entwickelten klappenförmigen Augenlidern versehen; die Gaumenzähne in schmale Streifen angeordnet, nehmen stets den hinteren Rand des Gaumenbeines ein und bilden daselbst entweder zwei Längsstreifen, oder auch zwei, bald getrennte, bald in der Mitte des Knochens vereinigte Querstreifen. Athmen ausschliesslich durch Lungen und besitzen jeder-

1) Die obigen kurzen Andeutungen über den Bau des Zungenbein-Kiemenbogen-Apparates der *Urodelen* habe ich hauptsächlich der vortrefflichen Arbeit Fischer's Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen, Heft I, p. 11—31, entlehnt.

seits am hinteren Ende des Zungenbeinkörpers einen knöchernen Kiemenbogen. Leben an feuchten Orten und halten sich nur zu bestimmten Zeiten im Wasser auf.

Ichthyoida. Die Augen fehlen entweder ganz, oder sind unverhältnissmässig klein und besitzen entweder keine Spur von Augenlidern, oder diese Organe sind durch eine äusserst kurze kreisförmige Hautfalte repräsentirt. Die Gaumenzähne bilden entweder einen schmalen bogenförmigen Streifen und sitzen am Vorderrande der meist durch Nath verbundenen Gaumenbeine, oder aber sie sind in bürstenförmige Haufen angeordnet und bedecken die ganze Oberfläche besonderer knöcherner Gaumenplatten. Athmen meist durch Lungen und Kiemen zugleich und besitzen am hinteren Ende des Zungenbeinkörpers zwei bis vier entweder ganz, oder auch nur theilweise verknöcherte Kiemenbögen; ausserdem finden sich bei den meisten Arten an den Seiten des Halses Kiemenspalten oder auch Kiemenbüschel. Leben ausschliesslich nur im Wasser.

Was nun die weitere Eintheilung dieser beiden Familien anbetrifft, so werde ich dieselbe, so weit sie sich auf die *Salamandriden* bezieht, in den nachfolgenden Seiten eines Genaueren auseinandersetzen, hinsichtlich der *Ichthyoiden* hingegen, von denen ich nur wenige Arten in natura zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe, muss ich bemerken, dass es mir am einfachsten und natürlichsten scheint, sie in zwei Tribus, *Cryptobranchiata* und *Phanerobranchiata*, einzutheilen, von denen die erstere hauptsächlich durch die Anwesenheit der Oberkieferbeine und den Mangel der Kiemenbüschel, die letztere gerade umgekehrt durch den Mangel der Oberkieferbeine und durch die Anwesenheit der Kiemenbüschel ausgezeichnet ist; zu den *Cryptobranchiaten* würden die Gattungen *Cryptobranchus* V. d. Hoev., *Menopoma* Harl. und *Amphiuma* L., zu den *Phanerobranchiaten* die Gattungen *Menobranchus* Harl., *Proteus* Laur. und *Siren* L. zu stellen sein.

Nach dem obigen kurzen Ueberblick über die hauptsächlichsten unter den bisher für die Ordnung der *Urodelen* vorgeschlagenen Klassificationen, der mir zum besseren Verständnisse des Gegenstandes nothwendig erschien, wende ich mich zur speciellen Betrachtung der Familie der *Salamandriden.*

Familie Salamandrida.

Habitus eidechsenförmig, meist schlank, seltener plump, gedrungen. Kopf gross, breit und stets mehr oder weniger flachgedrückt mit gewöhnlich sehr stumpf zugerundeter, kurzer Schnauze. Augen verhältnissmässig gross, stark vorstehend und stets mit deutlich ausgebildeten klappenförmigen Augenlidern versehen. Nasenlöcher klein, sitzen an der Spitze der Schnauze und münden mit je einer rundlichen am Hinter- und jederseitigen Aussenrande des Gaumenbeines liegenden Oeffnung in das Maul. Die Zunge, meist von rundlicher oder ovaler Gestalt, ist bei einem Theile der Arten mit ihrer ganzen Unterseite oder mit einem schmäleren oder breiteren Mittelstreifen derselben an den Boden der Mundhöhle festgewachsen und daher nur an den Rändern mehr oder weniger frei, bei einem anderen Theile der Arten dagegen ruht sie auf einem centralen Stiele, erscheint also pilzförmig und

ist dabei entweder rundherum frei oder mit ihrem vorderen Zipfel an den Kinnwinkel befestigt. Der Zungenbeinkörper besitzt, ausser den an seinem vorderen Ende befestigten grossen Hörnern, an seinem hinteren Ende jederseits noch einen knöchernen Kiemenbogen. Die Kinnladen sind beide bezahnt, die Zähne mit wenigen Ausnahmen sehr klein. Das Gaumenbein ist an seinem Hinterrande gleichfalls mit kleinen Zähnen bewaffnet, die in schmale Streifen angeordnet sind und entweder am Innenrande zweier langen, nach hinten zu divergirenden Fortsätze des Knochens sitzen, also der Länge nach gerichtet sind, oder aber einfach den schräge oder gerade abgestutzten Hinterrand des Gaumenbeines einnehmen und alsdann schräge oder der Quere nach gerichtete Reihen bilden. Einige Arten besitzen ausser den Gaumenzähnen noch Sphenoidalzähne, welche bald in mehrfache Längsreihen, bald einfach bürstenförmig angeordnet sind. Das Ohr ist äusserlich niemals sichtbar. An den Seiten des Hinterkopfes finden sich zuweilen grössere Drüsenanhäufungen, welche den sogenannten Parotiden der *Bufoniden* sehr ähnlich sind und auch mit demselben Namen bezeichnet werden. Der Hals ist mehr oder weniger deutlich eingeschnürt und von der Kehle durch eine gewöhnlich sehr stark ausgebildete Hautfalte, die Kehl- oder Kiemenfalte, abgegrenzt. Der Rumpf ist meist schlank, spindelförmig oder cylindrisch, gewöhnlich auch ein wenig flachgedrückt und trägt an den Seiten häufig senkrechte Hautfalten oder auch nur in derselben Richtung verlaufende lineare Impressionen, welche fast immer auch auf die Bauchseite übergehen. Die Extremitäten sind ausnahmslos in der Zahl vier vorhanden und erscheinen im Verhältnisse zum Körper nur schwach ausgebildet; die vorderen besitzen constant vier Zehen, an den hinteren dagegen beträgt die Zahl der Zehen meist fünf, seltener vier. Die Zehen sind bald lang, bald sehr kurz, kaum angedeutet, gewöhnlich frei, seltener durch Interdigitalmembranen verbunden und tragen niemals Krallen; bei einer Art jedoch kommen zur Paarungszeit (?) an der äussersten Spitze der Zehen hornige Ueberzüge vor, die wohl einigermaassen an Krallen erinnern. Der Schwanz ist stets kräftig ausgebildet, gewöhnlich länger als der Rumpf, am Ende abgerundet oder lanzettförmig zugespitzt und grösstentheils stärker oder schwächer comprimirt, selten drehrund; bei den Männchen vieler Arten besitzt der Schwanz zur Paarungszeit einen hohen Hautkamm, der sich auch auf den Rücken fortsetzt und stärker oder schwächer gezackt erscheint. Die Haut, die sich am lebenden Thiere stets mehr oder weniger feucht anfühlt, ist mit einer Menge von Drüsen und Warzen besetzt und erscheint daher meist sehr weich und uneben, jedoch giebt es auch sehr viele Arten, deren Haut bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge völlig glatt zu sein scheint.

Synonymie.

Mutabilia Merrem. Tentamen Syst. Amphibior. p. 165.

Caducibranchia urodela Latreille. Familles natur. du Règne animal p. 105.

Salamandroidea Fitzinger. Neue Classification der Reptilien p. 41.

Salamandridae Bonaparte. Saggio di una distribuzione metodica degli animali vertebrati p. 68.

Salamandrina Müller in Oken's Isis 1832. p. 505.
Salamandrae et Tritones Tschudi. Classification der Batrachier p. 26.
Urodèles atrétodères D. et B. Erpétol. génér. IX p. 36 (exc. gen. *Tritomegas*).
Hemibatrachia Fitzinger. Systema Reptilium I p. 33.
Batrachia gradientia Gray. Catal. of Amphibia II p. 13.
Amblystomidae, Plethodontidae, Desmognathidae, Hynobiidae, Salamandridae et *Pleurodelidae* Cope. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI p. 105—108.

Die *Salamandriden* nähren sich sowohl als Larven, wie auch nach überstandener Metamorphose ausschliesslich von thierischen Organismen, leben je nach der Jahreszeit an feuchten Orten oder im Wasser und pflanzen sich, mit Ausnahme einiger wenigen Arten, die lebendig gebärend sind, durch Eier fort, welche einzeln in das Wasser abgelegt und an Wasserpflanzen, Steine etc. befestigt werden. Die Larven, welche schon sehr früh Extremitäten erhalten, und zwar die vorderen zuerst, weichen in der Gestalt nicht in so auffallender Weise von den fertigen Thieren ab, wie es bei den *Anuren* der Fall ist; sie besitzen stets äussere Kiemenbüschel, welche während der Metamorphose allmählich verschwinden, ihre Gaumenzähne sind bürstenförmig angeordnet und stehen in Haufen, und ihre Augenlider sind auf eine kurze kreisförmige Hautfalte reducirt. Was endlich die geographische Verbreitung der *Salamandriden* anbetrifft, so sind dieselben, wie überhaupt die *Urodelen*, in ihrem Vorkommen ausschliesslich auf die nördlich vom Aequator gelegenen Gegenden beschränkt, finden sich aber sowohl auf der westlichen, als auch auf der östlichen Hemisphäre.

Laurenti[1]), der zuerst die Molche von der Gattung *Lacerta*, wohin Linné sie gestellt hatte, abgesondert hat, vertheilte die wenigen ihm bekannten Arten in zwei Genera, *Salamandra* und *Triton*, von denen das erstere die Erdmolche mit drehrundem Schwanze, das letztere die Wassermolche mit comprimirtem, schwerdtförmigem Schwanze enthielt; diese Eintheilung wurde von allen nachfolgenden Autoren acceptirt und erhielt sich bis gegen das Ende der dreissiger Jahre[2]) dieses Jahrhunderts, wo Tschudi mit einer neuen Klassification vortrat.

Dieser Gelehrte[3]), gestützt auf ein grosses Material, hat zwar die Zahl der Gattungen unter den *Salamandriden* bedeutend vermehrt, ist aber der alten Laurenti'schen Anschauungsweise in so fern treu geblieben, als auch er die Form des Schwanzes in erster Linie berücksichtigt und danach zwei Familien, *Salamandrae* mit rundem oder rundlichem, und *Tritones* mit seitlich zusammengedrücktem Schwanze, unterschieden hat. Die Form des

1) Laurenti. Synopsis Reptilium. p. 37 et 41.

2) Im Anfange der zwanziger Jahre, also lange vor dem Erscheinen der Tschudi'schen Klassification, hat Rafinesque einige neue Gattungen von Molchen aufgestellt, da mir jedoch weder das Atlantic Journal, noch auch die Annals of Nature, in welchen Werken diese Gattungen beschrieben sind, zu Gebote stehen und ich auch nirgends etwas Genaueres über den Inhalt der betreffenden Aufsätze habe finden können, so bin ich ausser Stande anzugeben, ob Rafinesque sich auf die Beschreibung der von ihm aufgestellten neuen Genera beschränkt, oder ob er zugleich auch eine Uebersicht über die Eintheilung der Molche gegeben hat.

3) Tschudi. Classification der Batrachier p. 26.

Schwanzes ist aber ein sehr unzuverlässiges Unterscheidungsmerkmal, denn ganz abgesehen davon, dass der Schwanz bei unseren gewöhnlichen Wassermolchen z. B. je nach der Jahreszeit und dem Aufenthalte des Thieres seine Gestalt in sehr auffallender Weise verändert und bei denjenigen Individuen, welche das Wasser bereits verlassen haben und sich zum Ueberwintern anschicken, sehr verdickt und wenigstens an der Basis fast cylindrisch erscheint, existiren zwischen den beiden von Tschudi angenommenen Formen keine sicheren Grenzen, sondern es findet ein ganz allmählicher Uebergang vom cylindrischen Schwanze der *Salamandra maculosa* Laur. bis zum messerförmig comprimirten Schwanze des in der Paarung begriffenen Männchens von *Triton cristatus* Laur. statt, wesshalb denn dieses Merkmal höchstens bei Unterscheidung von Arten, und selbst da mit Vorsicht, zu verwerthen ist.

Kurze Zeit nach Tschudi veröffentlichte Bonaparte[1]) eine neue Klassification der *Salamandriden* und schlug vor, diese Thiere nach der Beschaffenheit der Rippen in zwei Familien, *Pleurodelini* und *Salamandrini*, einzutheilen; den *Pleurodelinen*, zu denen er überhaupt nur drei Arten, *Pleurodeles Waltlii* Michah., *Bradybates ventricosus* Tsch. und *Glossoliga Poireti* Gerv., rechnete, schrieb er wirkliche knöcherne Rippen zu, welche den *Salamandrinen*, unter welchem Namen er alle übrigen *Salamandriden* zusammenfasste, fehlen sollten. Diese Eintheilung ist nun durchaus nicht haltbar und beruht auf der irrigen Voraussetzung, dass den Molchen, mit Ausnahme der drei oben angeführten Arten, wirkliche knöcherne Rippen fehlen, während doch schon Meckel[2]) darauf aufmerksam gemacht hat, dass die Schwanzlurche knöcherne, mit den Querfortsätzen der Wirbel beweglich verbundene Rippen besitzen und sich dadurch in sehr auffallender Weise von den ungeschwänzten Amphibien unterscheiden; in neuester Zeit hat Leydig[3]) die in Würtemberg einheimischen *Triton*-Arten, die sämmtlich in Bonaparte's Familie *Salamandrini* gehören, auf diesen Punkt untersucht und bestätigt nicht allein die Meckel'sche Angabe, sondern bemerkt noch ausdrücklich, dass die Rippen der *Tritonen* in keiner Hinsicht von denen des *Pleurodeles Waltlii* Michah., des Rippenmolchs par excellence, abweichen und ihnen auch in der Länge keineswegs nachstehen.

Obgleich nun die beiden Familien der Bonaparte'schen Eintheilung aller diagnostischen Merkmale entbehren, hat Fitzinger[4]) die erste derselben dennoch in der nämlichen Umgrenzung adoptirt, die zweite dagegen in drei Abtheilungen getheilt, so dass seine Ordnung *Hemibatrachia*, welche, wie schon bemerkt, die *Salamandriden* umfasst, im Ganzen in vier Sectionen, *Phaneropleurae*, *Cryptopleurae*, *Geophili* und *Hydrophili*, zerfällt, von denen jede eine Familie enthält, nämlich (in derselben Reihenfolge) *Pleurodelae*, *Sala-*

1) Bonaparte. Iconogr. della Fauna italica. Amfibi. Da in diesem Werke der Text nicht paginirt ist, so muss ich mich auf die Angabe beschränken, dass die in Rede stehende Klassification in die Beschreibung des *Euproctus platycephalus* Otto eingeschoben ist.

2) Meckel. System der vergleichenden Anatomie II. Abth. I. p. 389—91.

3) Wiegmann's Archiv für Naturgesch. 1867. I. p. 230. Anmerkung 1.

4) Fitzinger. Systema Reptilium I. p. 33—34.

mandrinae, *Salamandrae* und *Tritones*. Die Charakteristik dieser Abtheilungen ist Fitzinger aber bekanntlich schuldig geblieben und es dürfte daher schwer zu eruiren sein, durch welche Merkmale er die vier Sectionen und, was hier auf dasselbe herauskommt, die vier Familien von einander unterschieden hat, und in wie weit sie etwa haltbar sind.

Sowohl Tschudi, als auch Bonaparte haben sich bei Unterscheidung der zahlreichen Gattungen, welche von ihnen unter den Molchen aufgestellt worden sind, der Gaumen- und Sphenoidalzähne als diagnostischer Merkmale bedient, keinem von ihnen ist es aber eingefallen, die Verschiedenheiten in der Anordnung dieser Organe zur Unterscheidung von grösseren Gruppen zu verwerthen, und erst Baird hat diese für die Klassification der *Salamandriden* so überaus wichtigen Organe wenigstens zum Theil mehr in den Vordergrund gezogen. Dieser Autor[1]), der nur die in Amerika einheimischen Molch-Arten berücksichtigt hat, unterscheidet in der ersten Gruppe der *Urodelen*, der er den Namen *Atretodera* D. et B. beilegt, zwei Sectionen, die nicht besonders benannt sind und sich dadurch von einander unterscheiden, dass bei den Arten der ersten Section die Sphenoidalzähne fehlen, bei denen der zweiten Section aber stets vorhanden sind; die erste Section, die nur zwei Genera enthält, wird nicht weiter eingetheilt, die zweite dagegen zerfällt nach der Befestigungsweise der Zunge noch in drei Subsectionen, denen gleichfalls keine besonderen Namen beigelegt werden und die dadurch differenzirt sind, dass bei den Arten der ersten Subsection die Zunge mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen ist, während sie bei denjenigen der beiden anderen Subsectionen nur theilweise befestigt erscheint, und zwar entweder mit ihrem vorderen Theile, ähnlich wie bei den Fröschen, oder aber mit einem centralen Stiele.

Während Baird bei seiner Eintheilung die Sphenoidalzähne in erster Reihe berücksichtigt hat, schreibt Gray[2]) diesen Organen in systematischer Beziehung einen mehr untergeordneten Werth bei und begründet seine Eintheilung ausschliesslich auf die Verschiedenheiten in der Stellung der Gaumenzähne. Er unterscheidet danach unter den *Salamandriden*, welche bei ihm bekanntlich *Gradientia* benannt und zu dem Range einer Unterordnung erhoben sind, drei Familien: 1) *Salamandridae*, deren Gaumenzähne am Innenrande zweier nach hinten gerichteten, divergirenden Fortsätze des Os palatinum sitzen und demzufolge zwei nach hinten divergirende Längsreihen bilden, 2) *Molgidae*, deren Gaumenzähne am Aussenrande des in der Mitte verlängerten Os palatinum sitzen und also zwei nach hinten convergirende Längsreihen darstellen, und 3) *Plethodontidae*, deren Gaumenzähne den Hinterrand des in der Mitte nicht verlängerten Gaumenbeines einnehmen und folglich in Querreihen angeordnet sind. Die erste dieser drei Familien, deren Arten niemals Sphenoidalzähne besitzen, wird weiter nach der Beschaffenheit der Zunge und nach der Zahl der Zehen an den Hinterextremitäten in zwei Gruppen eingetheilt, nämlich *Salamandrina*, mit fast völlig angewachsener, nur an den Seitenrändern etwas freier Zunge und

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I. p. 281—83.

2) Gray. Catal. of Amphibia II. p. 13—48.

fünfzehigen Hinterfüssen, und *Seiranotina*, deren Zunge in der vorderen Hälfte festgewachsen, in der hinteren aber frei ist und deren Hinterfüsse nur vier Zehen besitzen. Die zweite Familie, *Molgidae*, die mit der vorhergehenden in dem constanten Mangel der Sphenoidalzähne übereinstimmt, enthält überhaupt nur zwei Genera und wird nicht weiter in Gruppen eingetheilt. Die dritte Familie, *Plethodontidae*, endlich, deren Arten zum Theil Sphenoidalzähne besitzen, zerfällt nach der Befestigungsweise der Zunge und nach der An- oder Abwesenheit der Sphenoidalzähne in fünf Gruppen, denen Gray die Namen *Ambystomina*, *Plethodontina*, *Desmognathina*, *Oedipina* und *Ensatinina* beigelegt hat. Die beiden ersten dieser fünf Gruppen zeichnen sich durch eine fast in ihrer ganzen Ausdehnung an den Boden der Mundhöhle festgewachsene und nur an den Rändern etwas freie Zunge aus und unterscheiden sich von einander dadurch, dass bei den *Ambystomina* das Os sphenoidale zahnlos ist, während es bei den *Plethodontina* Zähne trägt; die dritte Gruppe, *Desmognathina*, ist durch eine in ihrer hinteren Hälfte freie und ausstülpbare Zunge, so wie durch den Besitz von Sphenoidalzähnen charakterisirt, und den beiden letzten Gruppen endlich wird eine pilzförmige, d. h. auf einem centralen Stiele ruhende, Zunge zugeschrieben, welche bei den mit Sphenoidalzähnen begabten *Oedipina* rund herum frei ist, bei den *Ensatinina* dagegen, denen die Sphenoidalzähne fehlen sollen, mit ihrem vorderen Zipfel an den Kinnwinkel festgewachsen erscheint.

Diese allerdings etwas complicirte, in ihren drei Hauptabtheilungen aber sehr gut begründete Eintheilung hat Duméril[1]) nicht adoptirt, sondern seine Familie der *Salamandrides*, zu welcher er, wie schon bemerkt, auch den japanischen Riesensalamander rechnet, ohne weitere Gruppen anzunehmen einfach in 16 Genera eingetheilt, von denen ein guter Theil auf durchaus unbrauchbare Merkmale, wie Form des Schwanzes und Rumpfes, Beschaffenheit der Hautbedeckung etc., begründet, also völlig unhaltbar ist. Ueberhaupt hat Duméril's Bearbeitung der *Salamandriden*, theils weil ihm das nöthige Material fehlte, theils weil er die Arbeiten seiner Vorgänger nicht gehörig benutzt hat, gar keinen Nutzen gebracht, sondern im Gegentheil nur dazu beigetragen, die ohnehin schon sehr verworrene Synonymie der Gattungen noch mehr zu verwirren.

Die nächste Klassification der *Salamandriden*, deren ich hier zu gedenken habe, ist im Jahre 1856 von dem nunmehr verstorbenen Dr. Hallowell veröffentlicht worden und stimmt bis auf einige wenige Punkte mit der oben erläuterten Gray'schen überein, steht derselben aber hinsichtlich der Merkmale, durch welche die einzelnen Gruppen unterschieden werden, ohne Widerrede bedeutend nach. Hallowell[2]) schlug nämlich vor, die *Salamandriden*, die er mit dem Duméril'schen Namen *Urodèles atrétodères* belegte, zunächst in drei Hauptabtheilungen zu vertheilen, je nachdem bei den Arten am Rachengewölbe nur der Länge oder nur der Quere nach gestellte Zähne (Gaumenzähne), oder aber beide Zahn-

1) D. et B. Erpétol. génér. IX. p. 43; le tableau en regard de cette page.

2) Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856. p. 10—11.

sorten zugleich (d. h. transversale Gaumen- und longitudinale Sphenoidalzähne) vorkommen. Diese Hauptabtheilungen, denen er keine besonderen Benennungen beigelegt hat, werden nun weiter in kleinere, mit Namen belegte Gruppen eingetheilt, deren Zahl sich im Ganzen auf neun beläuft und die ich hier der besseren Uebersicht wegen mit Angabe der diagnostischen Merkmale folgen lassen will. Das Schema der Hallowell'schen Eintheilung ist folgendes:

A. Am Rachengewölbe nur der Länge nach gestellte Zähne.

1) *Salamandridae.* Zunge ziemlich gross, vorn und hinten angeheftet, an den Seiten frei. Zehen 4—5.

2) *Seiranotidae.* Zunge wohl entwickelt, vorn gerundet, hinten breiter und meist gestutzt, in der hinteren Hälfte frei, an den Seiten gleichfalls, aber weniger, vorn angewachsen. Zehen 4—4.

3) *Pleurodelidae.* Zunge klein, subcircular, hinten und an den Seiten frei, vorn angeheftet. Zehen 4—5. Rippen nicht verkümmert, sondern sehr entwickelt und sogar die Haut durchbohrend.

4) *Tritonidae.* Zunge fleischig, papillös, wohl entwickelt, vorn und hinten angewachsen, an den Seitenrändern frei. Zehen 4—5.

5) *Ellipsoglossidae.* Zunge länglich-oval, nur an den Seiten frei. Zehen 4—5.

B. Am Rachengewölbe sowohl der Quere, als auch der Länge nach gestellte Zähne.

6) *Plethodontidae.* Zunge breit oval, wohl entwickelt, an den Seitenrändern und hinten frei, vorn angewachsen. Zehen 4—5.

7) *Bolitoglossidae.* Zunge von mässiger Grösse, pilzförmig, an einem centralen Stiele sitzend. Zehen 4—5 oder 4—4.

8) *Hemidactylidae.* Zunge oval, vorn und in der Mitte angeheftet, hinten mehr frei. Zehen 4—4.

C. Am Rachengewölbe nur der Quere nach gestellte Zähne.

9) *Ambystomidae.* Zunge eiförmig, an den Seiten mässig frei, eben so auch vorn, hinten angeheftet. Zehen 4—5.

Die vier ersten dieser 9 Gruppen entsprechen der Familie *Salamandridae*, die fünfte der Familie *Molgidae* und die vier letzten der Familie *Plethodontidae* der Gray'schen Eintheilung und es besteht also der Unterschied zwischen den Klassificationen Hallowell's und Gray's im Wesentlichen darin, dass Hallowell seine drei Hauptabtheilungen nicht bloss auf die Differenzen in der Stellung der Gaumenzähne, sondern auch auf die An- oder Abwesenheit der Sphenoidalzähne basirt, und dass er von den Gruppen der Gray'schen Eintheilung die Gruppe der *Ensatinina* völlig ignorirt, die Gruppen der *Plethodontina* und *Desmognathina*[1]) in etwas anderer Umgrenzung auffasst und die Gruppe der *Salamandrina* endlich in drei selbstständige Gruppen, *Salamandridae*, *Pleurodelidae* und *Tritonidae* theilt,

---

1) Dieser Gruppe entspricht in der Hallowell'schen Eintheilung z. Th. die Gruppe der *Hemidactylidae*.

welche letzteren jedoch auf so unwesentliche Differenzen in der Beschaffenheit der Zunge begründet sind, dass sie in keinem Falle aufrecht erhalten werden können.

Die obige Klassification hat Hallowell in seiner zwei Jahre später veröffentlichten Monographie[1]) der «*Caducibranchiate Urodele Batrachians*» zwar weiter ausgearbeitet und namentlich die 9 Gruppen, denen er die Bedeutung von Unterfamilien beilegt, ausführlicher charakterisirt, dabei aber die drei Hauptabtheilungen fortgelassen und in der Reihenfolge der Unterfamilien sehr bedeutende und kaum zu motivirende Veränderungen vorgenommen. Während nämlich in dem oben erläuterten ersten Entwurfe dieser Klassification die 9 Gruppen nach der Beschaffenheit der Zähne am Rachengewölbe, also nach einem sehr guten und sicheren Merkmale geordnet sind, werden sie in der Monographie in der unnatürlichsten Weise gruppirt, und zwar folgen auf die drei ersten Gruppen, *Salamandridae*, *Seiranotidae* und *Pleurodelidae*, die sechste und siebente, *Plethodontidae* und *Bolitoglossidae*, dann die neunte, *Ambystomidae*, darauf die vierte und fünfte, *Tritonidae* und *Ellipsoglossidae* und endlich die achte, *Hemidactylidae*. Es ist also augenscheinlich, dass bei der neuen Reihenfolge weder auf die Stellung der Gaumen-, noch auf die An- oder Abwesenheit der Sphenoidalzähne im Geringsten Rücksicht genommen ist, und da zu dieser völlig willkührlichen und durch nichts motivirten Anordnung noch der Umstand hinzukommt, dass Hallowell den *Tritomegas Sieboldii* Dum., d. h. den japanischen Riesensalamander, dessen Gaumenzähne bekanntlich, wie bei fast allen Fischmolchen, am Vorderrande der Gaumenbeine sitzen und einen der Quere nach verlaufenden Bogen bilden, in seine Unterfamilie der *Tritonidae* rechnet und zwischen die Genera *Euproctus* Géné und *Taricha* Gray, die eben so wie alle *Tritoniden* Hallowell's longitudinale, d. h. in nach hinten zu divergirende Längsreihen angeordnete Gaumenzähne besitzen, stellt, so ergiebt es sich wohl von selbst, dass die Klassification als in jeder Hinsicht verfehlt bezeichnet werden muss und keine weitere Berücksichtigung verdient.

Gleichzeitig mit Hallowell's eben erwähnter Monographie erschien auch eine Abhandlung von Gray[2]), in welcher dieser Autor vorschlägt, die Molche mit der Länge nach gestellten, d. h. in zwei nach hinten divergirende Längsreihen angeordneten Gaumenzähnen, die er früher unter dem Namen *Salamandridae* in eine Familie vereinigt hatte, nach dem Baue des Schädels in drei selbstständige Familien, *Seiranotidae*, *Pleurodelidae* und *Salamandridae* einzutheilen. Zum Hauptkriterium dieser neuen Eintheilung erhebt er den sogenannten Arcus frontotemporalis, eine eigenthümliche Knochenbrücke, welche sich vom Stirnbeine schräg nach aussen und hinten zum Os tympanicum erstreckt und zwar vielen, aber weitaus nicht allen hier in Betracht kommenden Molch-Arten zukommt. Die Arten nun, denen der Arcus frontotemporalis fehlt, stellt Gray in seine Familie *Salamandridae*, diejenigen dagegen, welche die genannte Knochenbrücke besitzen, vertheilt er in die beiden anderen Familien und bedient sich zur Differenzirung dieser letzteren der Beschaffen-

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III. p. 337—339. | 2) Proc. zool. Soc. of London 1858. p. 136—144.

heit der Zunge und der Zahl der Zehen an den Hinterextremitäten: die *Pleurodelidae* charakterisirt er durch eine fast mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsene und nur an den Rändern mehr oder weniger freie Zunge, so wie durch fünfzehige Hinterfüsse, und den *Seiranotiden* schreibt er eine in ihrer hinteren Hälfte freie Zunge und vierzehige Hinterextremitäten zu; ausserdem unterscheidet er in seiner Familie *Pleurodelidae*, welche die meisten Arten enthält, noch zwei Gruppen, denen er keine besonderen Benennungen beilegt und von denen die erste die Arten umfasst, deren Arcus frontotemporalis vollkommen knöchern ist, während zur zweiten die Arten gerechnet werden, bei denen der genannte Arcus auf einen kurzen Fortsatz am Stirnbeine, den Processus orbitalis, reducirt und im weiteren Verlaufe durch ein Ligament ersetzt ist. Abgesehen davon, dass den Arten der letztgenannten Gruppe der Arcus frontotemporalis genau genommen fehlt und sie daher wohl richtiger in die Familie der *Salamandridae* zu stellen wären, halte ich das in Rede stehende Organ in systematischer Beziehung überhaupt nicht für so wichtig, um auf die An- oder Abwesenheit desselben Familien zu begründen; mir scheint diese Knochenbrücke vielmehr von sehr untergeordneter Bedeutung zu sein und nicht einmal bei Abgrenzung von Gattungen, sondern nur bei Unterscheidung von Arten mit Vortheil verwerthet werden zu können.

Ein Jahr nach dem Erscheinen von Hallowell's Monographie und von Gray's eben erwähnter Abhandlung trat Cope[1]) mit einer neuen Klassification der in Rede stehenden *Urodelen* vor und proponirte die Familie *Salamandridae*, welche er in der Duméril'schen Umgrenzung adoptirt, d. h. zu welcher er auch den japanischen Riesensalamander rechnet, ausschliesslich nach der An- oder Abwesenheit der Gaumen- und Sphenoidalzähne, so wie nach ihrer Stellung in vier Unterfamilien, *Ambystominae*, *Spelerpinae*, *Hynobiinae* und *Salamandrinae*, einzutheilen. Die beiden ersten dieser Unterfamilien zeichnen sich durch in Querreihen angeordnete Gaumenzähne aus und unterscheiden sich von einander dadurch, dass bei den *Ambystominae* die Sphenoidalzähne constant fehlen, bei den *Spelerpinae* dagegen ausnahmslos vorhanden sind; die dritte Unterfamilie, *Hynobiinae*, der Cope die Gaumenzähne durchaus abspricht, charakterisirt er durch die alleinige Anwesenheit von Sphenoidalzähnen, welche zwei schräge, nach hinten zu stark convergirende und unter spitzem Winkel zusammenstossende Reihen bilden, und die Unterfamilie der *Salamandrinae* endlich wird dadurch gekennzeichnet, dass bei sämmtlichen dahingehörigen Arten die Sphenoidalzähne fehlen und die Gaumenzähne am Innenrande zweier nach hinten zu divergirenden Fortsätze des Os palatinum sitzen und also in zwei nach hinten zu divergirende Längsreihen angeordnet sind. Die *Ambystominen*, zu denen Cope auch den japanischen Riesensalamander rechnet, und die *Hynobiinen* werden nicht weiter in Gruppen eingetheilt, in den beiden anderen Unterfamilien dagegen unterscheidet er noch besondere Gruppen, und zwar zerfallen die *Spelerpinae*, je nachdem die Zunge nur an den Seiten und hinten frei ist,

1) Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859. p. 122—128.

oder aber eine rein pilzförmige Gestalt besitzt, in *Plethodontae* und *Spelerpeae*, und die *Salamandrinae* werden in drei Gruppen eingetheilt, nämlich in *Salamandrae* mit bogenförmigen hinteren Fortsätzen des Gaumenbeines, *Pleurodelae*, bei denen die genannten Fortsätze keilförmig sind und die dabei wohl ausgebildete Rippen besitzen, und endlich *Tritones*, die in der Form der Gaumenbein-Fortsätze mit den *Pleurodelae* übereinstimmen und sich von denselben nur durch den Mangel der Rippen unterscheiden. Ohne mich weiter auf eine Auseinandersetzung über den Werth dieser Klassification einzulassen, bemerke ich nur, dass die meisten der oben aufgezählten Unterfamilien und Gruppen bereits von Gray und Hallowell ziemlich in derselben Umgrenzung, nur z. Th. unter anderen Namen aufgestellt worden sind, und dass selbst die Unterfamilie *Hynobiinae*, welche Cope durch den Mangel der Gaumen- und die alleinige Anwesenheit der Sphenoidalzähne kennzeichnet, trotz der völlig differenten Charakteristik, genau der von Gray creirten Familie *Molgidae* entspricht; der Widerspruch in den Angaben beider Autoren, die einander diametral entgegenstehen, erklärt sich einfach dadurch, dass Cope, wie er sich später[1]) auch selbst überzeugt zu haben scheint, die Gaumenzähne, die, wie Gray ganz richtig angiebt, am Rande des nach hinten in einen keilförmigen Fortsatz auslaufenden Gaumenbeines sitzen, die aber in der von Schlegel veröffentlichten Abbildung des Schädels seiner *Salamandra naevia* auf einer besonderen, nach vorn zu gabelförmig getheilten Knochenplatte zu stehen scheinen, durch eben diese Abbildung irre geleitet, als Sphenoidalzähne gedeutet hat.

Die vorstehende Eintheilung ist übrigens später von Cope selbst verworfen und durch eine neue[2]) ersetzt worden, in welcher er, wie schon weiter oben bemerkt, die *Urodelen* ausschliesslich nach osteologischen Merkmalen klassificirt und dabei die *Salamandriden* mit einem Theile der *Ichthyoiden* auf die unnatürlichste Weise in ein und dieselbe Unterordnung, *Cryptobranchiata*, vereinigt hat. Diese Unterordnung theilt er weiter in acht Familien, von denen jedoch nur die letzten sechs, nämlich *Amblystomidae*, *Plethodontidae*, *Desmognathidae*, *Hynobiidae*, *Salamandridae* und *Pleurodelidae*, hier in Betracht kommen, denn die beiden ersten Familien, *Amphiumidae* und *Protonopsidae*, gehören zu den Fischmolchen. Was nun die Unterscheidung dieser sechs Familien anbetrifft, so nimmt Cope zunächst drei Hauptabtheilungen an, denen keine besonderen Namen beigelegt werden und die nach der Beschaffenheit der gewöhnlich zu einer Knochenplatte vereinigten Gaumenbeine differenzirt sind; bei den Arten der ersten dieser drei Hauptabtheilungen besitzen die Gaumenbeine am Hinterrande keine Fortsätze, sondern sind daselbst einfach gerade oder schräge abgestutzt und mit Zähnen bewaffnet, bei denjenigen der zweiten sind diese Knochen in einen gemeinschaftlichen dreieckigen, unpaaren, am Aussenrande mit Zähnen besetzten Fortsatz ausgezogen und bei denen der dritten endlich finden sich am Hinterrande der Ossa palatina zwei divergirende Fortsätze, die am Innenrande Zähne tragen. Zu der ersten Ab-

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI. p. 107. Hier heisst es in der Charakteristik der *Hynobiinae*, oder, wie sie hier genannt werden, *Hynobiidae* ausdrücklich: «Palatines... bearing teeth on posterior external margin» und «No dentigerous plates on the parasphenoid».

2) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI. p. 104—108.

theilung rechnet Cope die Familien *Amblystomidae*, *Plethodontidae* und *Desmognathidae*, die von einander hauptsächlich durch die An- oder Abwesenheit der Ossa praefrontalia und pterygoidea differenzirt sind, und zwar in der Weise, dass den *Amblystomiden* beide genannten Knochenpaare zukommen, den *Plethodontiden* dagegen die Flügelbeine und den *Desmognathiden* sowohl die Flügelbeine, als auch die Ossa praefrontalia fehlen. Die zweite Abtheilung enthält nur die eine Familie *Hynobiidae*, deren Repräsentanten sowohl Ossa praefrontalia, als auch pterygoidea besitzen, und in die dritte Abtheilung endlich stellt Cope die beiden letzten Familien, *Salamandridae* und *Pleurodelidae*, die gleichfalls mit Flügel- und vorderen Stirnbeinen versehen sind und sich hauptsächlich durch die An- oder Abwesenheit eines knöchernen oder ligamentösen Arcus frontotemporalis (nach Cope Postfronto-squamosal arch or ligament) von einander unterscheiden, indem den *Salamandriden* dieser Arcus fehlt, den *Pleurodeliden* aber zukommt. Ausser den angeführten Unterscheidungsmerkmalen zählt Cope bei jeder Familie noch mehrere andere auf, denen er aber einen mehr untergeordneten Werth beilegt und die ich schon desshalb unberücksichtigt gelassen habe, weil eine Aufzählung derselben mich viel zu weit führen würde. Diese ausschliesslich auf den Knochenbau begründete Eintheilung scheint nun auf den ersten Blick völlig neu, ist es aber keineswegs, denn mit Ausnahme der Familie *Desmognathidae*, welche durch den Mangel der Ossa praefrontalia und pterygoidea, so wie durch die schon von Baird[1]) beschriebenen stielförmigen Condyli occipitales charakterisirt wird, sind alle übrigen bereits früher von Gray und Hallowell genau, oder doch fast genau in derselben Umgrenzung aufgestellt worden, und es ergiebt sich also daraus, dass man keineswegs nöthig hat, zu so verborgenen und schwer zu untersuchenden Merkmalen, wie die von Cope vorgeschlagenen, seine Zuflucht zu nehmen, um wenn auch nicht genau dieselbe, so doch eine sehr ähnliche Eintheilung zu erzielen, welche übrigens meiner Meinung nach viel zu complicirt ist, als dass sie adoptirt zu werden verdiente.

Was nun schliesslich meine Ansicht über die weitere Eintheilung der *Salamandriden* anbetrifft, so muss ich gestehen, dass mir unter allen im Vorstehenden aufgeführten Klassificationen diejenige am meisten zusagt, welche Gray in seinem 1850 herausgegebenen Amphibien-Cataloge des British Museums vorgeschlagen hat, und ich würde auch die drei darin aufgestellten Familien, *Salamandridae*, *Molgidae* und *Plethodontidae* in der Bedeutung von Tribus ohne Widerrede angenommen haben, wenn ich nicht nach Untersuchung der mir zu Gebote stehenden Molch-Arten die Ueberzeugung gewonnen hätte, dass die beiden letzten Familien Gray's, die *Molgiden* und die *Plethodontiden*, auf ein keineswegs für alle Fälle stichhaltiges Unterscheidungsmerkmal begründet sind und folglich nicht aufrecht erhalten werden können. Gray charakterisirt die beiden genannten Familien bekanntlich durch die Form der Ossa palatina und durch die Stellung der Gaumenzähne, und zwar giebt er an, dass bei den *Molgiden* die Gaumenbeine am Hinterrande in einen gemeinschaftlichen, un-

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I. p. 282.

paaren, dreieckigen Fortsatz ausgezogen und die Gaumenzähne, die am Hinterrande der genannten Knochen sitzen, demzufolge in zwei nach hinten convergirende Reihen angeordnet sind, während bei den *Plethodontiden* die Gaumenbeine am Hinterrande einfach gestutzt und die Gaumenzähne daher in Querreihen gestellt erscheinen. Diese Angabe ist nun in Bezug auf die *Molgiden* vollkommen richtig, denn die Gaumenzähne der beiden zu dieser Familie gehörenden Arten bilden eine V-förmige Figur, deren Schenkel vorn hakenförmig nach aussen und hinten gekrümmt sind, hinsichtlich der *Plethodontiden* dagegen muss ich bemerken, dass unter den von Gray zu dieser Familie gerechneten Molchen, genau genommen, nur die Arten der Gattungen *Amblystoma* Tschudi und *Onychodactylus* Tschudi der Quere nach gestellte Gaumenzähne besitzen, während bei allen übrigen diese Zähne, in Folge der schrägen Abstutzung des Hinterrandes der Ossa palatina, in schräge, nach hinten zu mehr oder weniger deutlich convergirende Reihen angeordnet sind. Es reducirt sich also der Unterschied, der in der Stellung der Gaumenzähne zwischen den *Molgiden* und der Mehrzahl der *Plethodontiden* besteht, einfach darauf, dass bei den ersteren die in Rede stehenden Zähne zwei lange, nach hinten zu unter spitzem Winkel convergirende Reihen bilden, während bei der Mehrzahl der letzteren diese Zahnreihen weniger lang sind und unter stumpfem Winkel convergiren, jedoch liegt mir ein nord-amerikanischer Molch vor, den ich nur für *Desmognathus niger* Green halten kann, und bei welchem genau dieselbe Anordnung der Gaumenzähne existirt, wie bei den *Molgiden*, nur dass die V-förmige Figur, deren nach vorn divergirende Schenkel an der Spitze ebenfalls hakenförmig umgebogen sind, etwa bloss halb so gross erscheint, wie bei jenen. Zieht man nun in Betracht, dass bei allen von Gray in seine Familie *Plethodontidae* gerechneten Molchen (die Arten der beiden oben aufgeführten Genera ausgenommen) die Gaumenzähne in mehr oder weniger stark nach hinten zu convergirende Reihen angeordnet sind, und dass selbst bei *Onychodactylus japonicus* Houtt., dessen Zähne deutlich der Quere nach stehen, die inneren Enden der beiden Reihen unter sehr stumpfem Winkel nach hinten convergiren, so ergiebt es sich von selbst, dass Gray's Vorschlag, diejenigen Molche, deren Gaumenzähne am Hinterrande des Gaumenbeines sitzen, nach der Stellung oder Richtung dieser Zähne in zwei besondere Familien einzutheilen, schon desshalb nicht adoptirt werden kann, weil sich zwischen den beiden von ihm angenommenen Arten der Zahnstellung wegen der zahlreich vorhandenen Uebergangsformen keine sichere Grenze ziehen lässt.

Ich schlage daher vor, die Familie der *Salamandriden* nach der Stellung der Gaumenzähne einfach in zwei Tribus, *Mecodonta*[1]) und *Lechriodonta*[2]) zu theilen, von denen die erste alle diejenigen Arten umfasst, deren Gaumenzähne am Innenrande zweier rückwärts

1) Von μῆκος, Länge und ὀδούς Zahn. Dieses neu gebildete Wort *Mecodonta* wird jedem Philologen sicherlich sehr barbarisch vorkommen, jedoch wusste ich mir nicht anders zu helfen und bin daher dem Beispiele A. Duméril's gefolgt, der eine Gattung *Mecolepis* (Catal. méth. des Reptiles p. 87) benannt hat, um durch den Namen anzudeuten, dass bei derselben die Schuppen, nicht wie bei den nächstverwandten Gattungen in schräge, sondern in Längsreihen angeordnet sind.

2) Von λέχριος, schräge, der Quere nach, und ὀδούς Zahn.

gerichteten, divergirenden Fortsätze des Gaumenbeines sitzen und demzufolge zwei nach hinten zu divergirende Längsreihen bilden, während zu der zweiten sämmtliche Arten gehören, deren Gaumenzähne am Hinterrande, oder richtiger, längs dem Hinterrande des bald gestutzten, bald in einen kürzeren oder längeren unpaaren Fortsatz ausgezogenen Gaumenbeines sitzen und somit entweder der Quere nach gestellt sind, oder aber zwei nach hinten zu stärker oder schwächer convergirende schräge Reihen bilden.

Diese Eintheilung stellt übrigens, wie ich gern zugebe, nur eine leichte Modification der so eben erwähnten Gray'schen Klassification dar, denn die Tribus *Mecodonta* entspricht genau der Familie *Salamandridae* Gray's und die Tribus *Lechriodonta* ist aus der Verschmelzung seiner beiden Familien *Molgidae* und *Plethodontidae* gebildet worden; dass ich den beiden Tribus neue Namen beigelegt habe, wird man mir schon desshalb zu Gute halten, weil die Beibehaltung der Benennung *Salamandridae* Gray nur zu Missverständnissen Veranlassung gegeben hätte, indem dieser Name, ganz abgesehen von der fast gleichlautenden für die Familie adoptirten Bezeichnung, von fast allen Autoren, welche über die Molche geschrieben haben, gebraucht, immer aber in verschiedener Bedeutung aufgefasst worden ist.

Die Tribus der *Mecodonten* zerfällt in 6, diejenige der *Lechriodonten* aber in 13 Gattungen, deren hauptsächlichste und am leichtesten in die Augen fallende Unterscheidungsmerkmale ich in nachstehender synoptischer Tabelle zusammengestellt habe.

Die Gaumenzähne

A. sitzen am Innenrande zweier nach hinten gerichteten, divergirenden Fortsätze des Gaumenbeines und bilden demzufolge zwei nach hinten divergirende gerade oder geschweifte Längsreihen (1 Tribus *Mecodonta*). Die Hinterfüsse

I. mit fünf Zehen. Die Zunge

a) mit ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen und nur an den Seiten, so wie zuweilen auch am Hinterrande mehr oder weniger frei. Die beiden Reihen der Gaumenzähne

1) verlaufen geschweift, d. h. sind S-förmig gebogen ...... 1. *Salamandra.*

2) verlaufen gerade und beginnen

α) weit vor den inneren Nasenöffnungen .... 2. *Pleurodeles.*

β) hinter den inneren Nasenöffnungen oder höchstens an einem Punkte, der mit dem Vorderrande dieser Oeffnungen in einer Linie liegt. Die Zunge

°) rudimentär, knopfförmig. Habitus auffallend kurz und gedrungen .... 3. *Bradybates.*

°°) wohl entwickelt, an den Seiten und mitunter auch am Hinterrande mehr oder weniger frei. Habitus schlank und mehr oder weniger gestreckt...... 4. *Triton.*

b) pilzförmig, d. h. auf einem centralen Stiele ruhend, zugleich aber auch mit ihrem vordersten Zipfel an den Kinnwinkel festgewachsen .... 5. *Chioglossa.*

II. mit vier Zehen .... 6. *Salamandrina.*

B. sitzen am Hinterrande oder längs dem Hinterrande der hinten entweder gestutzten, oder in einen unpaaren dreieckigen Fortsatz ausgezogenen Gaumenbeine und bilden demzufolge bald der Quere nach gestellte, bald mehr oder weniger stark nach hinten zu convergirende, schräge Reihen (2 Tribus *Lechriodonta*). Das Os sphenoidale

I. ist glatt, ohne die geringste Spur von Zähnen. Die Gaumenzähne

a) bilden zwei sehr schräge gestellte, nach hinten unter spitzem Winkel convergirende Reihen, stellen somit eine V-förmige Figur dar, deren Schenkel vorn hakenförmig nach aussen gekrümmt sind. Die Hinterfüsse

1) mit 5 Zehen .... 7. *Ellipsoglossa.*

2) mit 4 Zehen .... 8. *Isodactylium.*

b) sind fast vollkommen der Quere nach gerichtet oder convergiren nach hinten zu unter sehr stumpfem Winkel. Die beiden Reihen der genannten Zähne

1) stossen in der Mittellinie des Gaumens zusammen und bilden

α) eine zweimal gebogene Querreihe, die einem sehr in die Quere gezogenen M nicht unähnlich ist .... 9. *Onychodactylus.*

β) eine gerade, oder selbst eine leicht bogenförmige, mit der Convexität nach vorn gerichtete Reihe .... 10. *Amblystoma.*

2) sind in der Mittellinie des Gaumens durch einen beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt und stellen

α) zwei kurze, in einer Querreihe stehende, oder selbst etwas nach vorn convergirende Bögen dar .... 11. *Ranodon.*

β) zwei lange, deutlich nach hinten convergirende Bögen dar. 12. *Dicamptodon.*

II. besitzt besondere zahntragende Knochen- oder Knorpelplatten. Die Zunge

a) ist mit dem mittleren Längsstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen. Die Hinterfüsse

1) mit 5 Zehen. Die Kieferzähne

α) von gewöhnlicher Grösse, d. h. sehr klein. Der untere Anwachsstreifen der Zunge

4*

°) reicht fast bis an ihren Hinterrand, so dass sie nur an den Rändern, den Vorderrand natürlich ausgenommen, mehr oder weniger frei ist .... 13. *Plethodon.*
°°) reicht nur bis zu ihrer Mitte, so dass ihre hintere Hälfte frei ist und nach aussen geklappt werden kann .... 14. *Desmognathus.*
β) auffallend gross und flachgedrückt, namentlich die des Unterkiefers .... 15. *Anaides.*
2) nur mit 4 Zehen .... 16. *Hemidactylium.*
b) sitzt auf einem centralen Stiele, ist also pilzförmig und dabei
1) mit ihrem vorderen Zipfel an den Kinnwinkel befestigt... 17. *Heredia.*
2) rund herum frei und wahrscheinlich protractil. Die Hinterfüsse
α) mit 5 Zehen .... 18. *Spelerpes.*
β) mit 4 Zehen .... 19. *Batrachoseps.*

I. Tribus **SALAMANDRIDA MECODONTA.**

Die Gaumenzähne sitzen am Innenrande zweier rückwärts gerichteten, divergirenden Fortsätze des Gaumenbeines und stellen demzufolge zwei nach hinten zu mehr oder weniger stark divergirende Längsreihen dar; das Os sphenoidale ist niemals mit Zähnen bewaffnet.

Synonymie.

Salamandridae Gray. Catal. of Amphibia II p. 14.

Salamandridae, Seiranotidae, Pleurodelidae et *Tritonidae* Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 10 et Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. III p. 337—338.

Seiranotidae, Pleurodelidae et *Salamandridae* Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 137—144.

Salamandrinae Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 125.

Salamandridae et *Pleurodelidae* Cope. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. VI p. 107—108.

Diese Tribus zerfällt in 6 Gattungen und umfasst im Ganzen 23 Arten, von denen 20 auf der östlichen und nur 3 auf der westlichen Hemisphäre einheimisch sind.

1. Gattung **SALAMANDRA** Laurenti.

Die Gaumenzähne bilden zwei stark S-förmig gekrümmte, nach hinten zu divergirende Längsreihen, welche zusammengenommen eine etwa glockenförmige Figur darstellen; die vorderen Enden beider Zahnreihen sind durch einen bald grösseren, bald kleineren Zwischenraum von einander getrennt und ragen stets mehr oder weniger über den Vorderrand der inneren Nasenöffnungen vor. Die Zunge ist gross, vorn fast halbkreisförmig, hinten flach bogenförmig zugerundet, oder selbst gestutzt und durch einen von vorn nach hinten

gehenden, ziemlich breiten Mittelstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Seitenränder in grösserer oder geringerer Ausdehnung frei sind. Habitus ziemlich plump. Hautbedeckungen drüsig; jederseits auf dem Rumpfe findet sich sowohl längs der Vertebrallinie, als auch an der Oberseite der Flanken eine Längsreihe grösserer Drüsenöffnungen, von denen sich die Vertebralreihen auch auf den Schwanz fortsetzen. Die Parotiden sind sehr deutlich begrenzt, gross und mit grossen Poren besetzt. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz fast drehrund, conisch, am Ende stumpf zugerundet, ohne Hautsaum und eben so wie der Rumpf mehr oder weniger deutlich geringelt, d. h. mit von oben nach unten verlaufenden linearen Impressionen versehen.

Synonymie.

Salamandra Laurenti. Synopsis Reptilium p. 41. — Tschudi. Classification der Batrachier p. 91. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 16. — Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII. p. 256. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 49. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. III p. 339. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 142. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 298. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 125.

Ausser den beiden Arten, auf welche Laurenti die in Rede stehende Gattung begründet hat, ist von Savi und Bonaparte noch eine dritte Art, *Salamandra corsica*, beschrieben worden, welche vollkommen der *Salamandra maculosa* Laur. gleicht und sich von derselben nur durch eine abweichende Krümmung der jederseitigen Gaumenzahnreihe unterscheidet. Während nämlich bei *Salamandra maculosa* Laur. die genannten Zahnreihen sanft gekrümmt sind und zusammen eine etwa glockenförmige Figur darstellen, krümmen sich dieselben bei *Salamandra corsica* Savi in ihrem vordersten Abschnitte fast halbkreisförmig und laufen alsdann parallel neben einander, um sich erst hinten wieder zu trennen, so dass also die von ihnen umschriebene Figur (abgesehen von der hinten stattfindenden Divergenz) grosse Aehnlichkeit mit einem Knopfloche darbietet. Diese neue Art ist nun von den meisten Autoren adoptirt worden, lässt sich aber schwerlich aufrecht erhalten, und selbst Bonaparte scheint in der Folge an ihrer Haltbarkeit gezweifelt zu haben, wenigstens fügt er in dem Indice distributivo del tomo secondo seiner Iconographie unter der Rubrik «Nomenclatura moderna» bei *Salamandra corsica* die Worte «*Salamandra maculosa?*» hinzu. In neuester Zeit hat Betta beide Arten genau verglichen und behauptet, dass sie nicht bloss in der Stellung der Gaumenzähne, sondern auch in der Form des Kopfes, der Zunge, des Schwanzes und der Zehen, in der Zahl der Kieferzähne, in der Beschaffenheit der Haut, in der Färbung und Zeichnung, — kurz ziemlich in allen Punkten von einander abweichen, jedoch sind alle diese Abweichungen so ausserordentlich gering, dass sie mir individuell und folglich ganz unwesentlich zu sein scheinen, und da mir Exemplare vorliegen, bei denen die Gaumenzahnreihen hinsichtlich der Krümmung die Mitte zwischen

beiden Arten halten, so glaube ich die *Salamandra corsica* Savi höchstens für eine Varietät der *Salamandra maculosa* Laur. erklären zu müssen. Unter den zahlreichen Exemplaren der *Salamandra maculosa* Laur., die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt, sind mir nämlich mehrere vorgekommen, bei denen die beiden Gaumenzahnreihen anfangs wie gewöhnlich auseinandertreten, sich aber nach kurzem bogenförmigen Verlaufe einander plötzlich wieder nähern und, ohne sich zu berühren, eine kurze Strecke fast parallel neben einander fortlaufen, um alsdann in der gewöhnlichen Weise zu divergiren; die Figur, welche sie im vorderen Abschnitte ihres Verlaufes umschreiben, erinnert somit sehr an eine mit dem Stengel nach hinten gerichtete Birne und hält folglich die Mitte zwischen der glockenförmigen Figur bei *Salamandra maculosa* Laur. und der knopflochförmigen bei *Salamandra corsica* Savi, wesshalb es denn schwer zu entscheiden sein dürfte, zu welcher der beiden genannten Arten diese intermediären Stücke gerechnet werden sollen. Ich glaube daher nur 2 Arten in dieser Gattung unterscheiden zu können, welche beide der östlichen Hemisphäre angehören.

***1. Salamandra maculosa** Laurenti.

Salamandra maculosa Laurenti. Synopsis Reptilium p. 151.

Salamandra maculosa Leydig in Wiegmann's Archiv. f. Naturgesch. 1867. I. p. 239 tab. V f. 17 (cr.)[1].

Salamandra maculosa D. et B. Erpétol. génér. IX p. 52 pl. X f. 1, XCIII f. 3, CI f. 1 (scel., os et cr.).

Salamandra maculosa Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXIV f. 1 (anim.).

var. *Salamandra corsica* Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXV f. 1 et a (anim. et os).

var. *Salamandra corsica* Betta. Monogr. d. Amfibi Urodeli italiani p. 26.

Habitat. Portugal, Spanien, Frankreich, Belgien, Holland, Deutschland, Oesterreich, Türkey, Italien, Corsica, Algerien.

***2. Salamandra atra** Laurenti.

Salamandra atra Laurenti. Synopsis Reptilium p. 149 tab. I f. II (anim.).

Salamandra atra Leydig in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I p. 271 tab. V f. 18 (cr.).

Salamandra atra Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 260 pl. I f. 8 et 9 (cr. et os).

Salamandra atra Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXIV f. 2 (anim.).

Habitat. Frankreich, Süd-Deutschland, Schweiz, Italien, Oesterreich.[2]).

1) Durch die jeder citirten Figur beigefügten abgekürzten Worte, animal, cranium oder os, soll angedeutet werden, welcher Art die Abbildungen auf der betreffenden Tafel sind, d. h. ob dieselbe nur Darstellungen des ganzen Thieres (anim.) oder auch Detailzeichnungen des Schädels (cr.) und des geöffneten Maules (os) enthält.

2) Nach Schulz (Fauna marchica p. 477) soll diese bekanntlich nur auf hohen Gebirgen lebende Art zu wiederholten Malen auch im Berliner Thiergarten gefangen worden sein, wohin sie meiner Ansicht nach wahrscheinlich zufällig verpflanzt worden ist und sich vielleicht einige Jahre gehalten hat.

2. Gattung **PLEURODELES** Michahelles.

Die Gaumenzähne bilden zwei fast gerade verlaufende, nach hinten zu nur wenig divergirende und daher fast parallele Längsreihen, deren vordere Enden durch einen ziemlich breiten Zwischenraum getrennt sind und so weit nach vorn reichen, dass sie den Vorderrand der inneren Nasenöffnungen um ein beträchtliches Stück überragen. Die Zunge ist klein, von rundlicher Gestalt, vorn angeheftet, am Hinterrande und an den Seiten mehr oder weniger frei. Habitus ziemlich schlank und gestreckt. Hautbedeckungen drüsig und körnig; jederseits längs der Oberseite der Flanken findet sich eine Reihe grösserer horniger Tuberkeln, welche genau an den Stellen liegen, wo die Rippenenden an die äusseren Bedeckungen stossen (und welche daher irriger Weise für die freien, durch die Haut hindurchgetretenen Rippenenden selbst gehalten worden sind). Parotiden undeutlich. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz messerförmig comprimirt, am Ende stumpf abgerundet und sowohl oben, als auch unten mit einem deutlichen Hautsaume versehen.

Synonymie.

Pleurodeles Michahelles in Oken's Isis 1830 p. 195. — Tschudi. Classification der Batrachier p. 91. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 17. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 71. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2^d ser. III p. 341. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 137. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 294. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 125.

Michahelles, der diese Gattung auf einen von Waltl im südlichen Spanien entdeckten Molch begründet hat, charakterisirt dieselbe, wie schon die Benennung *Pleurodeles* andeutet, hauptsächlich durch die langen, vollkommen verknöcherten und durch zwei Köpfchen mit den Querfortsätzen der Wirbel articulirenden Rippen und bemerkt an einer Stelle[1]) der sehr ausführlichen Beschreibung, wo er von den Hautdrüsen spricht, in Bezug auf jene Organe namentlich auch Folgendes: «Bei grossen abgemagerten Individuen sieht man an derselben Stelle, an der sich die Drüsenkette der *Salamandra atra* befindet, die spitzen Rippenenden sehr deutlich hervorragen, die ein flüchtiger Blick leicht mit einem seitlichen Drüsenapparat bei bloss äusserlicher Betrachtung verwechseln könnte». Dieser Satz ist nun von den meisten Autoren falsch aufgefasst worden und hat zu einer sehr abentheuerlichen Ansicht Veranlassung gegeben, dass nämlich bei *Pleurodeles* die Rippenenden die äussere Haut durchbohren und frei zu Tage liegen. Abgesehen davon, dass eine derartige Einrichtung schwer denkbar ist, würde Michahelles, falls er wirklich solche die Haut perforirende Rippen entdeckt hätte, eine so aussergewöhnliche Thatsache sicherlich sehr betont und weitläufig erläutert haben, statt dessen begnügt er sich mit dem oben citirten Satze und sagt selbst in der Diagnose hinsichtlich der Rippen weiter nichts, als «costarum paria perfecta quatuordecim». Da er ausserdem ausdrücklich hervorhebt, dass

1) Oken's Isis 1830. p. 191.

nur bei abgemagerten Exemplaren die Rippen hervorragen, so muss dieser Passus ohne Zweifel so verstanden werden, das nach Schwinden des Fettes die Haut an den Stellen, wo die Rippenenden an dieselbe anstossen, erhoben, an den dazwischen gelegenen Stellen aber eingesunken erscheint, und gerade so habe ich die Einrichtung an einem mir vorliegenden, zufällig auch abgemagerten Exemplare gefunden, mit dem Unterschiede jedoch, dass an demselben jede solche durch eine Rippe verursachte Erhebung der Haut noch mit einem sehr niedrigen conischen Horntuberkel verziert ist. Dieser letztere Umstand lässt es mir denn auch unzweifelhaft erscheinen, dass die Dornen, welche sowohl Schlegel, als auch Tschudi und Duméril an den von ihnen abgebildeten Exemplaren des *Pleurodeles Waltlii* Mich. angegeben haben, nicht die Rippenenden, sondern wie Leydig[1]) ganz richtig vermuthet hat, grosse conische Horntuberkeln sind. Hinsichtlich der Rippen, welche Michahelles als einen der wichtigsten Charaktere seiner Gattung *Pleurodeles* angesprochen hat, ist bereits weiter oben bemerkt, dass dieselben nach Leydig[1]) weder der Form, noch der Grösse, noch der Substanz nach von denen unserer gemeinen *Tritonen* abweichen, und desshalb habe ich ihrer in der Gattungsdiagnose auch nicht weiter gedacht.

Ausser dem *Pleurodeles Waltlii* Mich., der typischen Art dieser Gattung, hat Duméril[2]) noch eine zweite Art, *Pleurodeles exasperatus*, beschrieben, welche sich von der vorhergehenden nur durch Färbung und Zeichnung, so wie durch eine sehr rauhe, mit einer Unzahl kleiner schwarzer Körnchen besäete Haut unterscheidet und möglicherweise auf ein solches Exemplar des *Pleurodeles Waltlii* Mich. basirt ist, welches zur Zeit, als es gefangen worden, das Wasser bereits verlassen und demzufolge eine sehr rauhe Haut erhalten hatte, wie solches ja bei unserem gemeinen *Triton cristatus* Laur. der Fall zu sein pflegt. Da Duméril ausserdem selbst die specifische Selbstständigkeit seines *Pleurodeles exasperatus* bezweifelt hat, und leider nicht im Stande gewesen ist, den Fundort des einzigen bisher bekannten Exemplares anzugeben, die Art also auch in zoogeographischer Beziehung ohne alle weitere Bedeutung ist, so glaube ich sie bis auf Weiteres unberücksichtigt lassen zu können und nehme in dieser Gattung nur eine, der östlichen Hemisphäre angehörende Art an, nämlich:

*3. **Pleurodeles Waltlii** Michahelles.

Pleurodeles Waltl Michahelles in Oken's Isis 1830 p. 195 tab. II (anim. et cr.).
Pleurodeles Waltlii D. et B. Erpétol. génér. IX p. 72 pl. CI f. 2, CIII f. 1 (cr. et anim.).
Salamandra pleurodeles Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 122 tab. XXXIX f. 2—3 (anim.).

Habitat. Spanien, Portugal, Tanger in Marocco.

3. Gattung **BRADYBATES** Tschudi.

Die Gaumenzähne, deren Zahl sehr gering ist, bilden zwei gerade Längsreihen und reichen nach vorn kaum bis in die Gegend des hinteren Randes der inneren Nasenlöcher.

1) Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I. p. 231 in der Anmerkung.

2) D. et B. Erpétol. génér. IX p. 73.

Die Zunge ist äusserst klein, warzenförmig und mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass sie auch nicht den geringsten freien Rand zeigt. Habitus sehr plump, kurz und gedrungen. Hautbedeckungen warzig; der Rumpf mit Querfalten, also wohl mehr oder weniger deutlich geringelt. Parotiden unsichtbar. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz ist kurz und auffallend dick, an der Basis fast drehrund, von der Mitte an deutlich comprimirt, am Ende abgerundet und sowohl oben, als auch unten mit einem deutlichen Hautsaume versehen.

Synonymie.

Bradybates Tschudi. Classification der Batrachier p. 91. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 26. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 75. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2^d ser. III p. 341. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 126.

Tschudi, der das Genus *Bradybates* auf einen gleichfalls von Waltl in Spanien entdeckten Molch begründet hat, hebt in der leider sehr kurzen Charakteristik ausdrücklich hervor, dass bei diesem Thiere «die Seiten wie bei *Pleurodeles* von Rippen durchstochen» seien; in Folge dieser Bemerkung hat Duméril die Vermuthung ausgesprochen, dass dasselbe möglicherweise ein junger *Pleurodeles Waltlii* Mich. sein könnte, und Gray scheint nicht abgeneigt, die Ansicht Duméril's zu adoptiren, mindestens hat er in seinem 1858 veröffentlichten Aufsatze über die *Salamandriden*[1]) die Gattung *Bradybates* Tschudi ganz fortgelassen und der Art nur ganz beiläufig erwähnt. Duméril's Vermuthung ist aber keineswegs begründet, denn die von Tschudi veröffentlichte (in der Fauna italica copirte) Abbildung seines *Bradybates ventricosus* hat auch nicht die geringste Aehnlichkeit mit einem mir vorliegenden Exemplare von *Pleurodeles Waltlii* Mich., welches entschieden als jung bezeichnet werden muss, da es noch Rudimente der Kiemenbüschel besitzt. In wie weit nun die Gattung *Bradybates* Tschudi berechtigt und ob sie nicht vielleicht wirklich auf ein unausgebildetes Exemplar irgend einer bisher noch nicht bekannten *Pleurodeles*- oder auch *Triton*-Art begründet ist, lässt sich zur Zeit selbstverständlich nicht entscheiden, da ausser dem Originalexemplare des *Bradybates ventricosus* Tschudi, das im Museum zu Neuchatel aufbewahrt wird, niemals ein zweites gefangen worden ist; ich glaube daher die Gattung, die sich durch den auffallend gedrungenen Habitus, so wie durch die äusserst kleine, warzenförmige Zunge von allen anderen *Salamandriden*-Gattungen unterscheidet, bis auf Weiteres aufrecht erhalten zu müssen. Die typische und zugleich einzige Art gehört der östlichen Hemisphäre an.

4. Bradybates ventricosus Tschudi.

Bradybates ventricosus Tschudi. Classification der Batrachier p. 56 tab. II f. 2 (anim.).
Bradybates ventricosus Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXV f. 4 (anim.).

Habitat. Spanien.

1) Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 138.

4. Gattung **TRITON** Laurenti.

Die Gaumenzähne bilden zwei gerade, vorn einander sehr genäherte und nach hinten zu gewöhnlich stark divergirende Längsreihen, deren vorderes Ende höchstens bis zu einem Punkte reicht, der in einer Linie mit dem Vorderrande der inneren Nasenöffnungen liegt. Die Zunge ist mässig gross, meist von rundlicher oder ovaler Gestalt und entweder mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle angewachsen und nur an den Seiten, so wie zuweilen auch am Hinterrande mehr oder weniger frei, oder aber nur durch einen centralen Längsstreifen befestigt und an den Seiten in beträchtlicher Ausdehnung frei. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen sehr verschiedenartig, drüsig, warzig, körnig oder glatt. An jeder Seite des Rumpfes zuweilen eine Längsreihe grösserer Poren. Die Parotiden fehlen meist ganz, mitunter jedoch sind sie in ihrer ganzen Ausdehnung oder auch nur in ihrem hinteren Abschnitte deutlich zu erkennen. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 Zehen, welche letzteren bei den Männchen einzelner Arten zur Paarungszeit mit gelappten Schwimmhäuten versehen sind. Der Schwanz am Ende zugespitzt, meist messerförmig comprimirt, zuweilen jedoch auch sehr dick, fast drehrund, immer aber sowohl oben, als auch unten mit einem Hautsaume versehen, der sich bei den Männchen mancher Arten zur Paarungszeit zu einem hohen Hautkamme entwickelt und auch auf den Rücken, so wie auf den Hinterkopf fortsetzt. Bei manchen Arten finden sich sowohl auf dem Rumpfe, als auch namentlich auf dem Schwanze mehr oder weniger deutliche, der Quere nach verlaufende lineare Impressionen oder selbst Einschnitte, welche dem Thiere ein fast geringeltes Ansehen verleihen.

Synonymie.

Triton Laurenti. Synopsis Reptilium p. 37. — Tschudi. Classification der Batrachier p. 95. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 18. — Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 256. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 121. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 358. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 143. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 299. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 127.

Triturus Rafinesque. Annals of Nature 1815. 78. * [1])

Lophinus Rafinesque. Annals of Nature 1815. 78. * — Gray. Catal. of Amphibia II p. 26. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 139. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 295.

Molge part. Merrem. Tentamen Syst. Amphibior. p. 185.

Diemictylus Rafinesque. Annals of Nature № 22. *

---

1) Wie in meinen früheren Abhandlungen sind auch hier diejenigen Citate, welche ich wegen Mangels der betreffenden Werke nicht selbst habe vergleichen können und die somit copirt werden mussten, durch ein dahinter gestelltes * ausgezeichnet.

Notophthalmus Rafinesque. Annals of Nature № 24.* — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 281. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 22.

Oiacurus Leuckart in Oken's Isis 1821. Heft V. Litterar. Anzeiger p. 260.

Cynops Tschudi. Classification der Batrachier p. 94. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 24. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 138. — Gray. Ann. et Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 294.

Euproctus Géné. Synopsis Reptilium Sardiniae p. 27. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 23. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 157. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 356. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 139. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 295. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 127.

Megapterna Savi. Nuove Giorn. Pisa 1839 p. 211.*

Glossoliga Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 138. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 294. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 126.

Pelonectes Fitzinger. Systema Reptilium I p. 33.

Lissotriton Bell. History of British Reptiles. 2d Edit. p. 143. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 127.

Taricha Gray. Catal. of Amphibia II p. 25. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 357. — Baird in Wilkes. U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 4. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 138. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 294.

Ommatotriton Gray. Catal. of Amphibia II p. 28. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 140. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 296.

Hemisalamandra Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 256. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 127.

Hemitriton Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 256. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 142. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 298.

Diemyctylus Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 362. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 126.

Notophthalma Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 138. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 294.

Calotriton Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 139. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 295.

Pyronicia Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 140. — Gray. Ann. and. Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 296.

Die Arten, welche ich hier unter dem alten Laurenti'schen Namen *Triton* in eine Gattung vereinigt habe, sind von allen neueren Autoren in mehrere Gattungen, ja von einzelnen sogar in verschiedene Familien vertheilt worden, und es dürfte daher nicht über-

flüssig sein, die Ansichten der verschiedenen Autoren in wenigen Worten zu erläutern und dadurch zugleich das hier eingeschlagene Verfahren zu motiviren. Abgesehen von den Gattungen, welche Rafinesque auf hierhergehörige Arten begründet hat und über welche ich, da mir die Annals of Nature nicht zu Gebote stehen, kein Urtheil abgeben kann, hat zunächst Tschudi die wenigen ihm bekannten *Triton*-Arten in zwei Gattungen, *Cynops* und *Triton*, untergebracht und diese letzteren durch Differenzen im Schädelbaue von einander unterschieden, dieses Merkmals aber in den lateinischen Gattungsdiagnosen mit keinem Worte gedacht. Die Gattung *Cynops* Tschudi ist auf *Molge pyrrhogastra* Boje (*Salamandra subcristata* Schleg.) begründet, welche Art bekanntlich einen vollkommen ausgebildeten Arcus frontotemporalis besitzt, die Gattung *Triton* Laur. dagegen auf die übrigen *mecodonten Salamandriden* mit comprimirtem Schwanze, denen nach Tschudi der genannte Arcus fehlen soll; abgesehen nun davon, dass unter den Arten der Tschudi'schen Gattung *Triton* auch solche aufgeführt werden, welche, wie z. B. *Triton palmatus* Schneid. (= *Triton helveticus* Razoum.) und *Triton symmetricus* Troost (= *Triton viridescens* Rafin.), ganz entschieden einen knöchernen Arcus frontotemporalis besitzen, halte ich diese Knochenbrücke überhaupt nicht für ein so wichtiges Organ, um auf die An- oder Abwesenheit derselben Gattungen zu begründen, und glaube meine Ansicht einfach durch den Umstand motiviren zu können, dass einander sehr nahe verwandte und in jeder Hinsicht sehr ähnliche Arten, wie z. B. *Triton pyrrhogaster* Boje und *Triton cristatus* Laur., oder *Triton vittatus* Gray und *Triton taeniatus* Schneid., gerade in diesem Punkte sehr auffallend von einander abweichen, indem *Triton pyrrhogaster* Boje und *Triton vittatus* Gray die fragliche Knochenbrücke besitzen, während sie den beiden anderen genannten Arten völlig fehlt und höchstens durch einen kurzen Fortsatz am Stirnbeine, den Processus orbitalis, ersetzt ist.

Diese beiden durchaus unhaltbaren Gattungen hat Bonaparte übrigens nicht bloss adoptirt, sondern zu denselben noch zwei andere, *Glossoliga* Bonap. und *Euproctus* Géné (*Megapterna* Savi), hinzugefügt, welche beide gleichfalls einen Arcus frontotemporalis besitzen und sich von einander, so wie von den übrigen dadurch unterscheiden, dass bei *Glossoliga* Bonap., die auf den *Triton Poireti* Gerv. begründet und von Bonaparte in seine Familie *Pleurodelini* gerechnet wird, wirkliche knöcherne Rippen existiren und bei *Euproctus* Géné die Kloake in einen kurzen Kegel ausgezogen ist; wie wenig nun das der Ausbildung der Rippen entlehnte Kriterium stichhaltig ist, habe ich bereits oben bei Charakterisirung der Gattung *Pleurodeles* Mich. auseinandergesetzt, und dass auch die kegelförmige Kloake des *Triton platycephalus* Otto, auf welchen die Gattung *Euproctus* Géné basirt ist, kein generisches Merkmal abgeben kann, geht schon aus dem Umstande hervor, dass dieses Organ nur zur Paarungszeit (und wahrscheinlich nur bei den Männchen) die kegelförmige Gestalt besitzt, für gewöhnlich aber von der Kloake der übrigen *Salamandriden* in keiner Weise abweicht.

Nächst Bonaparte schlug Gray vor, die hierhergehörigen Arten in 8 selbstständige Genera zu vertheilen, deren haupsächlichste Unterscheidungsmerkmale ich des besseren

Verständnisses wegen hier in tabellarischer Uebersicht folgen lasse; das Schema der Gray'schen Eintheilung ist nämlich folgendes:

Die Haut

I. granulirt. Die Seiten des Rumpfes
- a) mit einer Porenreihe; Zunge oblong; Parotiden
  - 1) deutlich und porös . . . . *Triton.*
  - 2) fehlen ganz . . . . *Notophthalmus.*
- b) ohne Porenreihe. Die Zunge
  - 1) von rhombischer Gestalt; die Kloake kegelförmig . . . . *Euproctus.*
  - 2) von rundlicher Gestalt. Die Kloake gewöhnlich. Parotiden
    - α) gross, comprimirt . . . . *Cynops.*
    - β) undeutlich . . . . *Taricha.*

II. glatt. Die beiden Längsreihen der Gaumenzähne
- 1) sind durchweg getrennt . . . . *Lophinus.*
- 2) sind vorn bogenförmig vereinigt . . . . *Ommatotriton.*

Was nun die von Gray benutzten Unterscheidungsmerkmale anbetrifft, so kann zuerst die Beschaffenheit der Haut schwerlich zum generischen Charakter erhoben werden, da die Haut nicht bloss bei ein und demselben Individuum je nach der Jahreszeit und besonders nach dem Aufenthalte, wie bekannt, in sehr auffallender Weise abändert, sondern weil es auch Arten giebt, bei denen, wie z. B. bei *Triton alpestris* Laur., das Männchen (im Hochzeitkleide) glatt, das Weibchen dagegen granulirt ist. Eben so wenig bieten auch die Seitenporen und die Parotiden bei Unterscheidung von Gattungen brauchbare Merkmale dar, da die ersteren überhaupt sehr undeutlich sind und sich nur bei Exemplaren, welche durch langes Liegen in Weingeist ihre Farbe verloren haben, leichter unterscheiden lassen, und da die letzteren mitunter eine solche Beschaffenheit zeigen, dass der Eine sie als fehlend, der Andere als vorhanden angiebt, wie es z. B. mit den Arten, welche Gray in seine Gattung *Triton* rechnet, nämlich mit *Triton Poireti* Gerv., *Triton cristatus* Laur., *Triton marmoratus* Latr. und *Triton alpestris* Laur., der Fall ist, denen Gray Parotiden zuschreibt, während andere Autoren ihnen diese Organe durchaus absprechen. Die übrigen von Gray aufgeführten Unterscheidungsmerkmale, wie die Gestalt der Zunge und die Beschaffenheit des vorderen Endes der beiden Gaumenzahnreihen, zeigen, wenn man sie an den betreffenden Objecten untersucht, so unbedeutende Differenzen, dass es wohl kaum der Mühe verlohnt, auf eine weitere Besprechung derselben einzugehen, und es ergiebt sich also, dass die 8 Gattungen, in welche Gray die *Triton*-Arten vertheilt wissen wollte, sich vollkommen ungezwungen auf eine einzige reduciren lassen.

Das eben Gesagte gilt auch von den drei Gattungen, *Hemisalamandra*, *Hemitriton* und *Triton*, in welche Dugès die europäischen Wassermolche zu vertheilen vorschlug, denn auch sie sind auf Merkmale von höchst zweifelhaftem Werthe basirt. Seine Gattung *Hemisalamandra* charakterisirt Dugès zunächst durch die Anwesenheit der Parotiden, von denen

er aber selbst sagt: «difficiles à délimiter, excepté en arrière», und rechnet zu derselben diejenigen Arten, welche keine Spur eines Arcus frontotemporalis besitzen, wie *Triton marmoratus* Latr. und *Triton cristatus* Laur.; seine beiden anderen Genera, *Hemitriton* und *Triton*, dagegen, deren Arten keine Parotiden, wohl aber einen Arcus frontotemporalis besitzen sollen, unterscheidet er durch die Beschaffenheit der Zehen an den Hinterfüssen, die bei den *Hemitriton*-Arten frei, bei den *Triton*-Arten aber durch Schwimmhäute verbunden sein sollen, also durch ein Organ, das bekanntlich nur den Individuen männlichen Geschlechts zukommt und ausserdem auch nur zur Paarungszeit vorhanden ist, später jedoch (wenigstens bei *Triton taeniatus* Schneid.) völlig verschwindet.

Während Duméril keine der obigen Anordnungen adoptirt, sondern sämmtliche *Triton*-Arten in zwei durch ganz unwesentliche Differenzen in der Befestigungsweise der Zunge von einander unterschiedene Genera, *Euproctus* Géné und *Triton* Laur., untergebracht hat, nimmt Hallowell die Gray'sche Eintheilung wenigstens theilweise an und vertheilt die hierhergehörigen Arten in 4 Gattungen, *Euproctus* Géné, *Taricha* Gray, *Triton* Laur. und *Diemyctylus* Rafin., welche durch die Form und Befestigungsweise der Zunge, so wie durch die bald mehr parallel, bald mehr divergent verlaufenden Gaumenzahnreihen, also durch ganz unwesentliche Merkmale, von einander unterschieden werden; von diesen Gattungen ist *Euproctus* genau in der von Duméril angenommenen Umgrenzung aufgefasst, *Taricha* entspricht der gleichnamigen Gattung der Gray'schen Eintheilung, *Diemyctylus* fällt mit *Notophthalmus* der Gray'schen Classification zusammen und unter *Triton* endlich sind Gray's Genera *Triton*, *Cynops*, *Lophinus* und *Ommatotriton* zusammengefasst.

Allen diesen Bestrebungen, die *Triton*-Arten in eine bald grössere, bald kleinere Zahl von selbstständigen Gattungen zu vertheilen, hat Gray in einem 1858 veröffentlichten Aufsatze entschieden die Krone aufgesetzt, indem er diese Thiere darin nicht bloss in zwei verschiedene Familien einrangirt, sondern auch fast für jede einzelne Art eine besondere Gattung creirt. In dem genannten Aufsatze[1]), dessen ich schon weiter oben gedacht habe, schlägt Gray nämlich vor, seine ehemalige Familie *Salamandridae*, also die Tribus *Mecodonta* der vorliegenden Abhandlung, in drei selbstständige Familien, *Seiranotidae*, *Pleurodelidae* und *Salamandridae*, einzutheilen, von denen die erste ausschliesslich auf die Gattung *Salamandrina* Fitz. basirt ist und also hier nicht weiter in Betracht kommt. Die beiden anderen Familien, welche durch den Besitz oder den Mangel des Arcus frontotemporalis von einander unterschieden werden, enthalten nun ausser den wirklich selbstständigen Gattungen *Pleurodeles* Mich. und *Salamandra* Laur. noch 11 andere Genera, die sämmtlich auf hierhergehörige Arten begründet sind, und da Gray zu jener Zeit, als er den in Rede stehenden Artikel schrieb, überhaupt nur 14 *Triton*-Arten gekannt hat, deren Zahl sich aber in Wirklichkeit auf 12 reducirt, so stellt sich heraus, dass fast jede einzelne Art den Typus einer besonderen Gattung bildet. In seiner neuen Familie *Salamandridae*, deren

1) Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 136—144.

Arten durch die Abwesenheit des Arcus frontotemporalis charakterisirt sind, nimmt Gray überhaupt nur zwei Genera, *Salamandra* Laur. und *Triton* Laur., an, von denen das letztere aber nur eine einzige Art, den *Triton cristatus* Laur., enthält; in der Familie *Pleurodelidae* dagegen, deren Arten einen bald knöchernen, bald ligamentösen Arcus frontotemporalis besitzen, unterscheidet er drei besondere, aber nicht mit Namen belegte Gruppen und 11 Gattungen, von welchen letzteren 10 auf hierhergehörige Arten begründet sind. Die Arten der ersten dieser drei Gruppen, die einen knöchernen Arcus frontotemporalis und jederseits am Rumpfe eine Längsreihe von Poren besitzen, werden, abgesehen von *Pleurodeles Waltlii* Mich., der ein selbstständiges Genus bildet und hier nicht weiter in Betracht kommt, in 4 Gattungen, *Glossoliga*, *Notophthalma*, *Cynops* und *Taricha*, vertheilt, von denen die drei letzten bereits bei Gelegenheit der früheren Gray'schen Eintheilung besprochen sind, während die erste auf *Triton Poireti* Gerv. basirt und folglich mit der gleichnamigen Gattung Bonaparte's identisch ist. Die Arten der zweiten Gruppe, deren Zahl sich im Ganzen auf 4 beläuft, zeichnen sich gleichfalls durch den Besitz eines knöchernen Arcus frontotemporalis aus, unterscheiden sich von denen der ersten Gruppe aber dadurch, dass ihre Lateralporen undeutlich sind, und werden gleichfalls in 4 Genera, *Calotriton*, *Euproctus*, *Lophinus* und *Ommatotriton*, untergebracht, von denen die beiden ersten auf *Triton puncticulatus* D. et B. und *Euproctus Rusconii* Géné, also auf Varietäten einer und derselben Species, des *Triton platycephalus* Otto, basirt sind. Zu der dritten Gruppe endlich rechnet Gray die wenigen Arten, bei welchen der Arcus frontotemporalis durch ein Ligament ersetzt ist, und vertheilt dieselben, je nachdem ihr Körper «slightly tubercular» oder «tubercular» ist, in zwei Gattungen, *Pyronicia* und *Hemitriton*, von denen die erste den *Triton marmoratus* Latr. und den *Triton taeniatus* Schneid., die zweite aber nur den *Triton alpestris* Laur. enthält.

Eine so weit gehende Splitterung der Gattungen, wie sie im Vorstehenden von Gray unternommen worden ist, hat selbst Cope nicht gebilligt, sondern kurze Zeit darauf, im Jahre 1859, vorgeschlagen[1]) die hierhergehörigen Arten, die er unter dem Namen *Tritones* als dritte Gruppe seiner Familie *Salamandrinae* aufgefasst hat, in 6 Gattungen, *Glossoliga* Bon., *Diemyctylus* Rafin., *Euproctus* Géné, *Lissotriton* Bell, *Triton* Laur. und *Hemisalamandra* Dugès zu vertheilen. Die 3 ersten dieser 6 Genera unterscheiden sich von den drei folgenden zunächst durch die Anwesenheit eines knöchernen Arcus frontotemporalis und werden von einander durch die Befestigungsweise der Zunge und durch die Richtung der beiden Gaumenzahnreihen differenzirt; bei *Glossoliga*, wohin Cope nur die typische Art, den *Triton Poireti* Gerv., rechnet, ist die Zunge hinten und an den Seiten etwas frei und die Gaumenzähne bilden zwei weit von einander stehende, nach vorn hin leicht convergirende Längsreihen, bei *Diemyctylus*, unter welchem Namen er die Genera *Taricha*, *Cynops* und *Notophthalmus* der Gray'schen Eintheilung vereinigt hat, ist die Zunge mit

1) Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 126—128.

ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur die Seitenränder etwas frei sind, und die Gaumenzähne bilden zwei einander sehr genäherte und nach hinten zu stark divergirende Längsreihen, und die Gattung *Euproctus* endlich, welche nur die typische Art, den *Triton platycephalus* Otto, enthält, stimmt in der Befestigungsweise der Zunge genau mit *Glossoliga* überein, während ihre Gaumenzähne vollkommen so gestellt sind, wie es bei der Gattung *Diemyctylus* Norm ist. Was nun die Unterscheidung der drei letzten Genera Cope's anbetrifft, welche in dem Mangel des Arcus frontotemporalis ein gemeinsames Kennzeichen besitzen sollen, so werden dieselben durch die gleichen Merkmale, nämlich in erster Linie durch die Richtung der beiden Gaumenzahnreihen und alsdann durch die Befestigungsweise der Zunge von einander differenzirt; bei *Lissotriton*, wohin Cope nur den *Triton taeniatus* Schneid. rechnet, divergiren die Gaumenzahnreihen nach hinten zu sehr stark, stehen dagegen vorn mit einander fast in Berührung und die Zunge soll rund herum frei sein; bei *Triton*, zu welcher Gattung er den *Triton helveticus* Razoum., den *Triton vittatus* Gray, den *Triton alpestris* Laur. und den *Triton marmoratus* Latr., folglich irriger Weise auch solche Arten stellt, welche, wie die beiden erstgenannten, einen vollkommen knöchernen Arcus frontotemporalis besitzen, haben die fraglichen Zahnreihen genau dieselbe Richtung, wie bei der vorhergehenden Gattung, die Zunge aber ist nur an den Seiten frei, vorn und hinten dagegen angewachsen, und bei der Gattung *Hemisalamandra* endlich, die nur auf *Triton cristatus* Laur. basirt ist, bilden die Gaumenzähne zwei weit von einander entfernte, nach vorn hin nur leicht convergirende Längsreihen und die Zunge ist vorn und hinten angewachsen, an den Seiten aber mehr oder weniger frei.

Diese ebenfalls noch sehr complicirte Eintheilung, in welcher, abgesehen von den bereits oben berührten Unrichtigkeiten, die Gattungen auf ganz unwesentliche und nicht einmal constante Merkmale basirt sind, hat Cope[1]) im Jahre 1866 dahin abgeändert, dass er die hierhergehörigen Arten nach dem Beispiele Gray's in zwei Familien, *Salamandridae* und *Pleurodelidae* vertheilt und die Zahl der Genera von 6 auf 8 vermehrt, von denen nur das Genus *Triton* in die Familie *Salamandridae* gestellt wird, während die Genera *Hemisalamandra*, *Lissotriton*, *Lophinus*, *Euproctus*, *Cynops*, *Notophthalmus* und *Glossoliga*, die aber sämmtlich nicht charakterisirt, sondern nur namentlich aufgeführt sind, mit den Gattungen *Neurergus* Cope, *Pleurodeles* Mich. und *Seiranota* Barnes die Familie der *Pleurodelidae* bilden.

Endlich muss ich noch hinsichlich der in der Synonymie aufgeführten Gattungsnamen, welche in der bisherigen Erläuterung keine Erklärung gefunden haben, bemerken, dass die Namen *Oiacurus* Leuckart und *Molge* Merrem von den betreffenden Autoren zum Ersatz für die nach ihrer Ansicht zu verwerfende Laurenti'sche Benennung *Triton* proponirt worden sind, so wie dass der Name *Pelonectes* von Fitzinger herrührt, der denselben zur Be-

---

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI. p. 107—108.

zeichnung einer neuen, auf *Triton platycephalus* Otto, den Typus der Gattung *Euproctus* Gené, und *Triton pyrrhogaster* Boje, den Typus der Gattung *Cynops* Tschudi, begründeten, (aber bekanntlich nicht charakterisirten) Gattung vorgeschlagen hat.

Die vorstehende, vielleicht etwas zu weitläufige Auseinandersetzung lehrt nun, dass man bei der Klassification der eigentlichen *Tritonen* zwei Wege einschlagen kann; entweder man vindicirt den Differenzen im Baue des Schädels, in der Richtung der beiden Gaumenzahnreihen und in der Befestigungsweise der Zunge den Werth generischer Merkmale und gelangt alsdann zu dem Resultate, dass fast jede einzelne Art zugleich auch den Typus einer besonderen Gattung darstellt, oder aber man schreibt den Verschiedenheiten im Baue der genannten Organe nur die Bedeutung specifischer Kennzeichen zu und vereinigt sämmtliche *mecodonten Salamandriden* mit fünfzehigen Hinterfüssen, deren Gaumenzähne in gerade, hinter den inneren Nasenöffnungen beginnende Längsreihen angeordnet sind und deren Zunge mit dem grössten Theile ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen ist, unter dem ältesten, von Laurenti eingeführten Namen *Triton* in eine einzige Gattung.

Von diesen beiden Wegen habe ich selbstverständlich den letzteren gewählt und möchte vorschlagen, die *Triton*-Arten nach dem Schädelbaue, d. h. nach der An- oder Abwesenheit des Arcus frontotemporalis zu gruppiren, weil die Ausbildung dieser Knochenbrücke, wie Leydig[1]) zuerst hervorgehoben hat, mit einer anderen Organisationseigenthümlichkeit Hand in Hand geht, welche letztere zwar nur den Individuen männlichen Geschlechts zukommt, aber immerhin verdient, berücksichtigt zu werden. Die Männchen derjenigen Arten nämlich, bei welchen die genannte Knochenbrücke fehlt oder durch ein Ligament ersetzt ist, erhalten zur Paarungszeit einen meist hohen Rückenkamm, während den Männchen der Arten mit knöchernem Arcus frontotemporalis dieser Kamm stets fehlt; eine Ausnahme von dieser Regel bildet jedoch *Triton vittatus* Gray, eine Art, welche gleichsam den Uebergang zwischen den beiden genannten Arten-Gruppen vermittelt, indem die Männchen derselben bei vollkommen ausgebildetem knöchernem Arcus frontotemporalis zur Paarungszeit dennoch mit einem Rückenkamme versehen sind. Ich glaube daher die Arten dieser Gattung, ihren natürlichen im Habitus ausgesprochenen Verwandtschaften gemäss, in folgende drei Gruppen vertheilen zu können: 1) Arten, bei welchen der Arcus frontotemporalis fehlt oder durch ein Ligament ersetzt ist, und deren Männchen zur Paarungszeit einen Rückenkamm erhalten, 2) Arten mit knöchernem Arcus frontotemporalis, bei deren Männchen sich zur Paarungszeit ein Rückenkamm ausbildet, und endlich 3) Arten mit knöchernem Arcus frontotemporalis, deren Männchen zu keiner Zeit einen Rückenkamm besitzen.

Was nun endlich die Zahl der in diese Gattung gehörigen Arten anbetrifft, so beläuft sich dieselbe, nach Ausschluss des *Triton nycthemerus* Michah.[2]), der in den Abruzzen gefangen worden ist und den ich nach der kurzen Beschreibung nicht zu deuten vermag, im

---

1) Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I. p. 229. | 2) Oken's Isis 1830. p. 806.

Ganzen auf 16, von denen 13 der östlichen und nur 3 der westlichen Hemisphäre angehören.

1. Gruppe. Arten, bei denen der Arcus frontemporalis fehlt, aber durch ein Ligament ersetzt ist und deren Männchen zur Paarungszeit einen Rückenkamm erhalten.

*5. **Triton cristatus** Laurenti.

Triton cristatus Laurenti. Synopsis Reptilium p. 146.

Triton cristatus Leydig in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I p. 176 tab. V f. 9—10 (cr.).

Lacerta palustris Wolf in Sturm's Deutschlands Fauna. III Abth. Amphibien tab. a et b (anim.).

Triton cristatus Bell. History of British Reptiles. 2d Edit. p. 129 fig. xylogr. (anim.).

Habitat. England, Belgien, Holland, Frankreich, Schweiz, Italien, Oesterreich, Deutschland, Dänemark, Skandinavien und Russland, östlich bis nach Transkaukasien.

*6. **Triton Karelinii** n. sp. **tab. I f. 1.**

Die in Rede stehende Art, welche ich unter dem von mir adoptirten Namen in der akademischen Sammlung vorgefunden habe, ist dem *Triton cristatus* Laur. äusserst nahe verwandt, unterscheidet sich von demselben aber nicht bloss durch den weniger gestreckten Habitus und die abweichende Färbung der Oberseite aller Theile, sondern hauptsächlich auch durch einen ganz anders gebildeten Schwanz. Obwohl nun dieser Körpertheil bei den *Tritonen* je nach der Jahreszeit und besonders je nach dem Aufenthalte in sehr auffallender Weise abzuändern pflegt, so glaube ich den *Triton Karelinii*, der aus dem nord-östlichen, am Südufer des Kaspischen Meeres gelegenen Theile von Persien stammt, doch für eine selbstständige Art erklären zu müssen, zumal ich unter den vielen von mir untersuchten Stücken des *Triton cristatus* Laur., unter denen sich auch 3 in der Gegend von Tiflis gefangene befinden, keines gefunden habe, welches in der Schwanzform mit der in Rede stehenden Art übereingestimmt hätte. Ausser den Exemplaren der Sammlung habe ich auch die ziemlich zahlreich vorhandenen Abbildungen von *Triton cristatus* Laur. mit der zu beschreibenden neuen Art verglichen, aber auch unter diesen stimmt keine mit *Triton Karelinii* in der Schwanzform überein und nur bei dem sonderbaren Wassermolche, den Reichenbach[1]) als *Triton cristatus* var. *icterica* abgebildet hat, finde ich einen ähnlich geformten, aber durch die beträchtlichere Länge doch sehr abweichenden Schwanz.

Das eine von den 4 mir vorliegenden Exemplaren des *Triton Karelinii* besitzt auf dem Rücken einen niedrigen gezackten Hautkamm, der auf dem Kopfe, aber nicht in der Höhe des vorderen Augenwinkels, wie bei *Triton cristatus* Laur., sondern weiter nach hinten, in der Höhe des hinteren Augenwinkels etwa, seinen Ursprung nimmt, und zeigt ausserdem sowohl am oberen, als auch am unteren Rande des Schwanzes einen wohl entwickelten ganzrandigen Hautsaum, der ziemlich niedrig ist und am Oberrande des Schwanzes auffallend dick erscheint. Bei den drei anderen Exemplaren fehlt der Rückenkamm und man bemerkt

1) Reichenbach. Ein zweifelhafter Triton etc. tab. I f. 1—3, in Nova Acta Acad. Leop. Carol. XXXII. pars 1. 1865.

bei zweien (b und c) auf der vertieften Vertebrallinie eine äusserst niedrige Hautfalte, während bei dem dritten (d) an dieser Stelle statt der Falte nur eine leicht vertiefte Rinne vorhanden ist; der Hautsaum auf dem Schwanze ist bei diesen drei Stücken auf eine sehr niedrige Hautfalte reducirt, welche auf der oberen Schwanzkante deutlicher vorspringt, als auf der unteren. Was nun den Schwanz anbetrifft, so erscheint derselbe bei dem kammtragenden Exemplare a zwar comprimirt, ist aber doch auffallend dicker als bei *Triton cristatus* Laur., bei den übrigen Stücken dagegen ist er fast drehrund und an der Basis sogar leicht deprimirt. Am auffallendsten jedoch ist der Umstand, dass bei allen 4 Exemplaren der Schwanz durch eine Menge meist sehr tiefer, verticaler Einschnitte ziemlich regelmässig eingeschnürt erscheint und daher ein entschieden geringeltes Aussehen besitzt; diese Hauteinschnitte, welche bei dem Stücke a etwas weniger stark ausgebildet sind, bei den 3 anderen aber äusserst tief erscheinen, setzen sich auch auf die Seiten des Rumpfes fort, sind daselbst aber viel weniger deutlich. Obgleich nun alle 4 mir vorliegenden Stücke dieser Art in Folge der Einwirkung von allzu starkem Spiritus, in welchen sie aller Wahrscheinlichkeit nach von vorn herein gelegt worden sind, mehr oder weniger starr und stellenweise sogar brüchig erscheinen, so glaube ich die oben erwähnten tiefen Einschnürungen am Schwanze schon desshalb nicht bloss der Einwirkung des Weingeistes beimessen zu können, weil mir unter den Exemplaren von *Triton cristatus* Laur. gleichfalls starre und brüchige vorliegen, an welchen von diesen Einschnürungen nur Andeutungen vorhanden sind.

Abgesehen von der Form des Schwanzes, von dem weniger gestreckten Habitus und von der gleich zu beschreibenden Färbung, stimmt *Triton Karelinii* vollkommen mit der vorhergehenden Art überein; seine Haut ist eben so gekörnt und gerunzelt, wie bei jener, seine Zunge besitzt gleichfalls eine länglich-ovale Form und ist fast mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Seitenränder in sehr geringer Ausdehnung frei sind, und nur die beiden Reihen der Gaumenzähne weichen, wie die beifolgende Abbildung (tab. I f. 1 c) lehrt, in der Richtung etwas von denen des *Triton cristatus* Laur. ab, jedoch halte ich diese Differenz für zu unwesentlich, um ihr besondere Bedeutung beizulegen.

Was nun endlich die Färbung und Zeichnung anbetrifft, so sind alle 4 Exemplare auf der Oberseite aller Theile, die Zehen ausgenommen, vollkommen einfarbig, ohne die geringste Spur von Flecken, und besitzen eine helle, grünlichbraungraue Grundfarbe, welche im Tone fast vollkommen mit der Farbe des Kammes bei dem von Rusconi auf Tafel I in Figur IV seiner Amours des Salamandres aquatiques abgebildeten Männchen von *Triton cristatus* Laur. übereinstimmt. Die Farbe weicht somit bedeutend von derjenigen des letztgenannten Molches ab, und wenn ich auch zugeben will, dass die Exemplare des *Triton Karelinii*, die seit dem Jahre 1839 in Weingeist liegen, in der Farbe nicht unbedeutend alterirt sind, so glaube ich doch behaupten zu können, dass dieselben im Leben eine andere Farbe besessen haben müssen, wie unser gemeiner Wassermolch, der *Triton cristatus* Laur., dessen auf der Oberseite dunkele, fast schwarze Farbe bekanntlich nach langem Liegen im

Weingeist in ein bald helleres, bald dunkleres Lederbraun übergeht, und an dem alsdann die nie fehlenden dunkelen Rückenmakeln sehr deutlich vortreten, von welchen bei der in Rede stehenden Art, wie schon bemerkt, auch nicht die geringste Spur vorhanden ist. Die Färbung und Zeichnung der Unterseite aller Theile hingegen weicht nur unbedeutend von jener der vorhergehenden Art ab, denn sie ist röthlichgelb, im Leben also wahrscheinlich ziegel- oder orangeroth, und mit schwärzlichen Makeln von unregelmässiger Gestalt besäet; die Zehen haben gelbe Spitzen und sind auf der Oberseite gelb und grünlichbraungrau gebändert, erscheinen dagegen an der Unterseite, eben so wie die ganze Extremität, einfarbig grünlichbraungrau. An den Seiten des Halses und Kopfes stehen zuweilen einzelne unregelmässige gelbe Flecken und der untere Saum des Schwanzes besitzt bei dem kammtragenden Männchen die Farbe der Oberhaut, bei den kammlosen Stücken dagegen ist er gelb gefärbt.

Zum Vergleiche gebe ich hier ausser den Maassen der 4 Exemplare des *Triton Karelinii* auch die Maasse von zwei Stücken des *Triton cristatus* Laur., von denen *f* aus Miropolje im Gouvernement Kursk stammt, während *m* von mir in hiesiger Gegend, namentlich in Pargola, und zwar ausserhalb des Wassers, gefangen worden ist.

Maasse: [1]	*a*	*b*	*c*	*d*	*f*	*m*
Totallänge des Thieres	11,1	10,9	?	10,8	13,6	9,8
Länge des Kopfes	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2
» » Rumpfes	4,4	4,3	4,1	4,2	5,9	4
» » Schwanzes	5,3	5,3	?	5,3	6,3	4,6
» der Vorderextremität	2,3	2	2,1	2	1,95	1,8
» » Hinterextremität	2,4	2,2	2,3	2,2	2,2	1,9
» » Mittelzehe am Hinterfusse	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	0,95
Dicke des Schwanzes	0,9	1	0,9	0,8	0,9	0,7
Höhe desselben	1,05	0,8	0,9	0,8	1,05	0,7

Habitat. Die vier einzigen bisher bekannten Exemplare dieser Art sind von dem bekannten Reisenden Karelin in einer nicht näher bezeichneten Gegend des nord-östlichen Persiens gefangen worden.

*7. **Triton longipes** n. sp. **tab. I f. 2.**

Unter der reichen herpetologischen Ausbeute, welche Hr. Magister A. Goebel von seinen in den Jahren 1863—65 ausgeführten Reisen am Kaspischen Meere mitgebracht hat, fand sich auch ein Wassermolch, welcher in der Färbung und Zeichnung fast voll-

1) Die Maasse sind sämmtlich in Centimetern ausgedrückt und, wie folgt, mit dem Cirkel genommen:
Die Länge des Kopfes = der Entfernung zwischen Schnauzenspitze und der Mitte der Kiemen- oder Kehlfalte.
» » » Rumpfes = » » » der Mitte der Kehlfalte und der Vorderecke der Kloakenspalte.
» » » Schwanzes = » » » der Vorderecke der Kloakenspalte und der Schwanzspitze.
Die Höhe des Schwanzes endlich ist stets an der Basis desselben, gleich hinter der Kloake, gemessen, so dass also die meist wulstigen Ränder der letzteren dabei nicht mit in Betracht gezogen sind.

kommen mit *Triton cristatus* Laur. übereinstimmt, von demselben aber durch den breiten, vom Rumpfe nur undeutlich abgesetzten Kopf, durch den ausserordentlich dicken und plumpen Rumpf, durch einen etwas abweichend geformten Schwanz, so wie namentlich durch die auffallend langen, mit ausserordentlich gestreckten Zehen versehenen Gliedmaassen so sehr abweicht, dass ich keinen Anstand nehme, denselben unter dem Namen *Triton longipes* als neue Art zu beschreiben. Das einzige mir vorliegende Exemplar, das in der Gegend von Astrabad gefangen worden, ist ein Männchen, wie der zwar niedrige, aber sonst wie bei *Triton cristatus* Laur. beschaffene, d. h. gezackte, Rückenkamm lehrt.

Der Kopf dieses Exemplares stimmt im Allgemeinen mit dem Kopfe der eben genannten Art überein, ist aber hinten bedeutend breiter, und die Schnauze erscheint in Folge dessen etwas spitzer zulaufend; die Zunge und die Gaumenzähne bieten keine bemerkenswerthen Verschiedenheiten dar, der Rumpf dagegen ist entschieden plumper, d. h. dicker, höher, breiter und kürzer, und da das Thier sehr wohlgenährt aussieht und durch den Weingeist nicht zusammengezogen ist, so sieht man von den verticalen linearen Eindrücken, die bei den nächstverwandten Arten am Rumpfe und namentlich am Schwanze mehr oder weniger deutlich ausgebildet sind, nur sehr undeutliche Spuren. Die Haut ist im Ganzen nur wenig rauh, da die kleinen Körnchen, die auf derselben zerstreut sind, nicht sehr dicht stehen, doch ist auf diesen Umstand wenig zu geben, da mir auch von *Triton cristatus* Laur. Exemplare vorliegen, deren Haut nur wenig rauher ist. Der Schwanz dagegen ist viel schmäler als bei der letztgenannten Art und weicht auch in der Form noch in so weit ab, als er eine entschiedene Neigung zeigt, sich säbelförmig aufwärts zu krümmen, und als der niedrige Hautsaum an seinem Ober- und Unterrande, der wahrscheinlich nicht gezackt ist, am Ende stumpf abgerundet erscheint, woher denn auch die Schwanzspitze nicht eine lanzettförmige Gestalt besitzt, sondern einfach stumpf zugerundet ist. Die am meisten in die Augen fallende Eigenthümlichkeit dieser neuen Art besteht aber in der Form der Extremitäten, welche auffallend lang sind und sehr gestreckte Finger und Zehen besitzen. Bei *Triton cristatus* Laur., dessen Extremitäten hinsichtlich der Länge allerdings etwas variiren, reichen die Vorderbeine, wenn man sie nach vorn streckt und an den Körper andrückt, gewöhnlich kaum bis zur Schnauzenspitze und höchstens ragt bei sehr langbeinigen Stücken das letzte Glied des längsten (3ten) Fingers über die Schnauze hinaus; bei *Triton longipes* dagegen ragen, wenn man die Vordergliedmaassen in der angegebenen Weise behandelt, sämmtliche Fingerphalangen über die Schnauze hinaus und die Handwurzel liegt mit der Schnauzenspitze in gleicher Höhe. Wie schon bemerkt, besitzt die in Rede stehende Art auch auffallend lange Finger und Zehen, und zwar ist der dritte Finger, welcher die grösste Länge zeigt, genau so lang, wie die Entfernung zwischen dem Nasenloch und dem Mundwinkel, während bei *Triton cristatus* Laur. derselbe Finger an Länge wenig mehr als die Hälfte dieser Entfernung beträgt. Was nun die Hinterextremitäten, so wie überhaupt das Verhältniss der Gliedmaassen zum Rumpfe anbetrifft, so giebt folgendes Verfahren darüber die nöthige Auskunft: streckt man nämlich die Vorderbeine des *Triton*

cristatus Laur. nach hinten und die Hinterbeine nach vorn und drückt sie an den Rumpf an, so berühren die Zehen beider Extremitäten einander mit ihren Spitzen, bei *Triton longipes* dagegen decken, bei gleicher Behandlung, die Finger oder Vorderzehen die planta pedis und die Hinterzehen die vola manus, so dass also bei dieser Art die Gliedmaassen nicht bloss absolut, sondern auch relativ länger sind als bei *Triton cristatus* Laur.

Was nun endlich die Färbung und Zeichnung anbetrifft, so gleicht *Triton longipes*, wie schon bemerkt, fast vollkommen dem *Triton cristatus* Laur., nur ist die Grundfarbe der Oberseite bei dem einzigen mir vorliegenden Exemplare der neuen Art, das im Jahre 1865 gefangen worden ist und daher verhältnissmässig noch wenig durch den Weingeist gelitten hat, nicht schwarz, sondern sehr dunkel lederbraun und die dunkelen Makeln, die recht deutlich vortreten, erscheinen in ziemlich regelmässige Längsreihen angeordnet. Die Unterseite aller Theile, die im Leben wahrscheinlich orangefarben gewesen ist, besitzt eine schmutzig gelbe Grundfarbe und ist, wie bei *Triton cristatus*, schwarz gefleckt, nur sind die Flecken, die in gleicher Weise die Kehle, das Kinn, die Gegend um die Mundwinkel und den Leib zieren, viel kleiner und zahlreicher, als es bei der letztgenannten Art der Fall zu sein pflegt. Die Finger und Zehen sind an der Oberseite abwechselnd schwarz und gelb gebändert, an der Unterseite dagegen völlig dunkel und eben so ist auch die untere Kante des Schwanzes nicht gelb, sondern sehr dunkel lederbraun. Die Kloakenränder, die halbkugelig aufgetrieben sind, zeigen gleichfalls eine dunkele Färbung.

Auch hier gebe ich zum Vergleiche ausser den Maassen der in Rede stehenden Art, noch diejenigen des nahezu gleich grossen Exemplares *f* von *Triton cristatus* Laur., das aus der Gegend von Miropolje im Gouvernement Kursk stammt.

Maasse.	*a*	*f*
Totallänge des Thieres	12,9	13,6
Länge des Kopfes	1,6	1,4
» » Rumpfes	4,9	5,9
» » Schwanzes	6,4	6,3
» der Vorderextremität	2,9	1,95
» » Hinterextremität	3	2,2
» » Mittelzehe am Hinterfusse	1	0,6
Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel	1,4	1,2
Dicke des Schwanzes	0,9	0,9
Höhe desselben	1	1,05

Habitat. Umgegend von Astrabad in der persischen Provinz Mazanderan.

***8. Triton marmoratus** Latreille.

Salamandra marmorata Latreille. Hist. nat. des Salamandres de France p. 29 et 33 pl. III f. 2 (anim.).

Triton marmoratus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 135 pl. CVI f. 1 (anim.).

Hemisalamandra marmorata Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 261 pl. I f. 10, 11 (cr. et os).

var. *Triton Blasii* De l'Isle de Dreneuf. Ann. d. Sciences natur. 4 sér. XVII p. 364 pl. XII f. 1, 2, 4 (anim. et cr.). [1])

Habitat. Frankreich, Portugal, Spanien.

*9. **Triton ophryticus** Berthold. **tab. I f. 3.**

Triton ophryticus Berthold. Nachrichten v. d. Universität u. d. K. Gesellsch. d. Wissenschaften zu Göttingen 1846 № 11 p. 189.

Triton ophryticus Berthold. Institut. 1re Section XV p. 119.

Der verstorbene Berthold hat diese Art nach zwei von dem bekannten Reisenden Dr. Moritz Wagner in der Gegend von Tiflis gefangenen Exemplaren beschrieben und zugleich bemerkt, dass sie dem *Triton alpestris* Laur. (*Triton igneus* Bechst.) am nächsten verwandt ist, sich von demselben aber durch die Anwesenheit eines runden gelben Flecks hinter und über jedem Auge, so wie durch eine schmale schwarze Längsbinde an jeder Seite des Körpers unterscheidet. Von dieser allem Anscheine nach völlig in Vergessenheit gerathenen Art besitzt nun unser Museum leider nur ein einziges, aber sehr schön erhaltenes Exemplar, welches von Hrn. von Bartholomaei gleichfalls in der Gegend von Tiflis erbeutet worden ist, und das in jeder Beziehung, die Rückenfalte ausgenommen, mit der Berthold'schen Beschreibung übereinstimmt. Wie Berthold ganz richtig angegeben hat, steht diese Art dem *Triton alpestris* Laur. am nächsten, und zwar gleicht sie derjenigen Form des Weibchens dieser letzteren Art, welche Bechstein[2]) in Fig. 4 der Tafel XX abgebildet hat; von dieser Form des weiblichen *Triton alpestris* Laur. besitzt unsere Sammlung leider auch nur ein Exemplar, das nach Lichtenstein's Angabe, von dem es eingetauscht ist, aus der Gegend von Krakau stammen soll, und ich will nun im Folgenden versuchen, die Unterschiede, die sich nach genauem Vergleiche beider Molche herausgestellt haben, kurz anzugeben.

Das mir vorliegende Exemplar des *Triton ophryticus* Berth. besitzt auf dem Rücken eine zwar sehr niedrige, aber vollkommen deutliche Hautfalte, welche in der Höhe des Vorderrandes der Augen auf dem Kopfe entspringt und sich ohne Unterbrechung auf den Schwanz fortsetzt, um vor dessen Mitte in die scharfe Schwanzfirste überzugehen, und da bei diesem Stücke zugleich auch die Kloakenränder stark aufgewulstet sind, so bin ich geneigt, dasselbe für ein Männchen zu halten. Nach genauem Vergleiche mit dem Krakauer

---

1) Betta (Monografia degli Amfibi Urodeli italiani p. 69—71) bezweifelt die artliche Selbstständigkeit des *Triton Blasii* De l'Isle, und ich glaube ihm beistimmen zu müssen, da ich unter 4 portugiesischen Exemplaren des *Triton marmoratus* Latr., die von Dr. Schaufuss acquirirt worden sind, eines gefunden habe, bei welchem die Unterseite des Rumpfes nicht, wie gewöhnlich, auf bräunlichem Grunde weiss punktirt ist, sondern ganz deutliche, aber freilich nicht scharf begrenzte dunkele Makeln auf hellem schmutzig braungelbem Grunde zeigt; da ausserdem beide Arten in Frankreich einheimisch sind, so glaube ich den *Triton Blasii* De l'Isle wenigstens vorläufig für eine Varietät des *Triton marmoratus* Latr. erklären zu müssen.

2) Bechstein. De Lacepède's Naturgesch. der Amphibien II.

Weibchen des *Triton alpestris* Laur. finde ich nun, dass *Triton ophryticus* Berth. einen breiteren, etwas weniger flachgedrückten Kopf und eine stumpfer zugerundete Schnauze besitzt, dass seine Zunge, die bedeutend grösser ist, eine fast kreisförmige Gestalt hat und nur mit einem schmalen Mittelstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, an den Seiten aber in bedeutender Ausdehnung frei ist, so wie dass seine beiden Gaumenzahnreihen nach hinten zu nicht so stark divergiren. Ausserdem besteht auch ein nicht ganz unbedeutender Unterschied zwischen beiden verglichenen Stücken in der Form der Zehen: bei *Triton ophryticus* Berth. sind nämlich die Zehen drehrund, am Ende conisch zugespitzt und dabei stimmen die 3te und 4te Hinterzehe in der Länge mit einander überein, bei dem Krakauer Weibchen des *Triton alpestris* Laur. dagegen sind sämmtliche Zehen nicht bloss deutlich flachgedrückt, sondern an der Spitze auch gerade abgestutzt, und an den Hinterfüssen ist die Mittelzehe entschieden die längste. Im Uebrigen stimmen beide Stücke vollkommen mit einander überein und sind einander bis auf die angegebenen Verhältnisse und bis auf die Rückenfalte, welche dem Weibchen des *Triton alpestris* Laur. völlig fehlt, auch sehr ähnlich.

Was endlich die Färbung und Zeichnung anbetrifft, auf welche Berthold ein ganz besonderes Gewicht legt, so ist die Färbung kaum verschieden, denn beide Stücke sind auf der Oberseite kastanienbraun, auf der Unterseite bräunlichgelb gefärbt, nur besitzt *Triton ophryticus* Berth. noch einen in's Graue spielenden Anflug auf der Oberseite, der ihm das Ansehen verleiht, als wenn er bestaubt wäre. In der Zeichnung dagegen weichen beide Exemplare nicht unbedeutend von einander ab, denn während das Weibchen des *Triton alpestris* Laur. fast vollkommen einfarbig ist und nur an den Seiten, wo die kastanienbraune Farbe der Oberseite in das helle Bräunlichgelb der Unterseite übergeht, einige kleine sehr verschwommene schwärzliche Flecken besitzt, zeigt *Triton ophryticus* Berth. folgende Zeichnungen: Hinter jedem Auge auf dem Hinterkopfe steht eine verschwommene bräunlichgelbe Makel und an der Rückenfalte sieht man noch ganz deutlich, dass dieselbe abwechselnd braun und gelb gefärbt gewesen ist. Alsdann findet sich an den Flanken eine schmale, nirgends unterbrochene, schwarze Längsbinde, welche von der Achselhöhle bis zur Wurzel des Oberschenkels reicht und sich selbst noch jenseits des Oberarms bis zur Kehlfalte fortsetzt. Diese schwarze Binde, die auf beiden Körperseiten gleich deutlich ausgebildet ist, wird von der Grundfarbe des Rückens durch einen bräunlichgelben Streifen getrennt, der etwa eben so breit ist, wie die Binde selbst. Die Unterseite des Kopfes ist namentlich in der Nähe der Kehlfalte schwarz gefleckt, und der Schwanz zeigt an seinem Unterrande eine gelbe Färbung, die nicht bloss auf den, in den zwei ersten Dritteln seines Verlaufes schwarz und gelb gefleckten Hautsaum beschränkt ist, sondern sich auf die Unterseite des Schwanzes selbst ausdehnt.

Obwohl es nun nicht geleugnet werden kann, dass *Triton ophryticus* Berth. dem *Triton alpestris* Laur. sehr nahe verwandt ist und sich mit der Zeit vielleicht sogar nur als auffallende Varietät desselben ausweisen könnte, so glaube ich ihn doch, so lange noch

keine direkten Uebergangsformen bekannt sind, für eine selbstständige Art erklären zu müssen.

Beifolgend gebe ich die Maasse der beiden in dem vorstehenden Artikel mit einander verglichenen Molche.

Maasse.	Triton *ophryticus*.	Triton *alpestris*.
Totallänge des Thieres	10,1	10,1
Länge des Kopfes	1,3	1,2
» » Rumpfes	4,1	4
» » Schwanzes	4,7	4,9
» der Vorderextremität	2	2,1
» » Hinterextremität	2,1	1,9
» » Mittelzehe am Hinterfusse	0,55	0,4
Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel	1,1	0,95
Dicke des Schwanzes	0,7	0,6
Höhe desselben	0,6	0,6

Habitat. Umgegend von Tiflis in Transkaukasien.

*10. **Triton alpestris** Laurenti.

Triton alpestris Laurenti. Synopsis Reptilium p. 142 tab. II f. IV (anim.).

Triton alpestris Leydig in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I p. 198 tab. V f. 11—12 (cr.).

Triton alpestris Koch in Sturm's Deutschlands Fauna. III Abth. Amphibien tab. *a*, *b*, *c*, *d* (anim.).

Salamandra ignea Bechstein. De Lacepède's Naturgesch. d. Amphibien II p. 260 tab. XX f. 1—4 (anim.).

Habitat. Belgien, Frankreich, Italien, Schweiz, Deutschland und Süd-Schweden.

*11. **Triton taeniatus** Schneider.

Salamandra taeniata Schneider. Historia Amphibiorum I p. 58.

Triton taeniatus Leydig in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I p. 212 tab. IV f. 1, 3, 5, 7, V f. 13, 14 (cr.).

Lacerta taeniata Wolf in Sturm's Deutschlands Fauna. III Abth. tab. *a*, *b*, *c* (anim.).

Triton punctatus Betta. Monogr. d. Amfibi Urodeli italiani p. 52 tab. unica (anim.).

Molge taeniata Gravenhorst. Deliciae Mus. zool. Vratislaviensis I p. 76 tab. XI f. I, II (anim.).

Lophinus punctatus Cooke. Our Reptiles p. 152 pl. IX (anim.).

Habitat. England, Belgien, Holland, Frankreich, Portugal, Italien, Schweiz, Griechenland, Oesterreich, Deutschland, Dänemark, Skandinavien und Russland, östlich bis nach Armenien.

2. Gruppe. Arten mit knöchernem Arcus frontotemporalis, bei deren Männchen sich zur Paarungszeit ein Rückenkamm ausbildet.

12. Triton vittatus Gray in litt.
Triton vittatus Jenyns. Manual of British Vertebrate Animals p. 305.
Triton vittatus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 144.
Triton vittatus Guérin. Iconographie du Règne animal. Rept. pl. XXVIII f. 2 (anim.).
Triton vittatus Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 271 pl. I f. 29, 30 (cr.).
Triton vittatus Bell. History of British Reptiles. 2d Edit. p. 152 fig. xylogr. (anim.).
Ommatotriton vittatus Cooke. Our Reptiles p. 169 pl. X fig. sine № (anim.).

Habitat. England und Frankreich[1]).

3. Gruppe. Arten mit knöchernem Arcus frontotemporalis, deren Männchen zu keiner Zeit einen Rückenkamm besitzen.

***13. Triton helveticus** Razoumowsky.
Lacerta paradoxa seu helvetica Razoumowsky. Hist. nat. du Jorat. I p. 111 f. 5 (anim.).
Triton helveticus Leydig in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1867. I p. 220 tab. IV f. 2, 4, 6, 8, V f. 15, 16 (cr.).
Salamandra palmipes Latreille. Hist. nat. des Salamandres de France p. 31 et 55 pl. VI f. 7 *A* et *B* (anim.).
Lissotriton palmipes Bell. History of British Reptiles. 2d Edit. p. 154 fig. xylogr. (anim.).
Lophinus palmatus Cooke. Our Reptiles p. 161 pl. X fig. sine № (anim.).
Molge taeniata var. Gravenhorst. Deliciae Mus. zool. Vratislaviensis I p. 80 tab. XII f. 1 (anim.).

Habitat. England, Belgien, Frankreich, Portugal, Schweiz und Süd-Deutschland.

***14. Triton viridescens** Rafinesque[2]).
Triturus (Diemictylus) viridescens Rafinesque. Annals of Nature 1820. № 22 *.
Triturus (Notophthalmus) miniatus Rafinesque. Annals of Nature 1820. № 24 *.
Salamandra symmetrica Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 57 pl. XVII (anim.).
Salamandra dorsalis Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 77 pl. XXV (anim.).
Triton symmetricus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 154 pl. CVII f. 2 (cr.).

Habitat. Die östlichen Staaten der nord-amerikanischen Union von Maine südlich bis Florida und westlich bis Ohio.

***15. Triton platycephalus** Otto in litt.
Molge platycephala Gravenhorst. Deliciae Mus. zool. Vratislaviensis I p. 84.
Euproctus Rusconii Géné. Synopsis Reptilium Sardiniae indigenorum p. 28 tab. I f. 3, 4, 5 (anim. et cr.).

---

1) Guérin's Angabe, dass diese Art aus Syrien stammt, beruht auf einem Versehen, denn Duméril giebt ausdrücklich an, dass die Guérin'sche Figur eine Copie der in der sogenannten Collection des Vélins vorhandenen Abbildung ist, und dass diese Abbildung der Vélins ein Exemplar aus Toul bei Seydes im Département de la Meurthe darstellt.

2) Sowohl Hallowell (Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 11 Nota) als auch Cope (Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 126) sprechen sich dahin aus, dass die in den atlantischen Staaten der nord-amerikanischen Union einheimischen Arten der Gattung *Triton* Laur. nur als Varietäten einer und derselben Art und nicht als zwei verschiedene Arten, wie es bisher geschah, aufgefasst werden müssen.

Triton repandus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 151 pl. CVI f. 2 (anim.).
Triton punctioulatus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 152 pl. CII f. 4, CVI f. 3 (cr. et anim.).
Hemitriton cinereus Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 263 pl. I f. 14, 15 (os).
Hemitriton rugosus Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 264 pl. I f. 16, 17 (os).
Hemitriton Bibronii Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 266 pl. I f. 19, 20 (os).
Hemitriton asper Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 266 pl. I f. 21, 22 (os).
Hemitriton punctulatus Dugès. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XVII p. 265 pl. I f. 1, 2, 3 (anim et cr.).

Habitat. Portugal, Spanien, Süd-Frankreich, Italien, Sardinien und Corsica.

***16. Triton pyrrhogaster** Boje.

Molge pyrrhogastra Boje in Oken's Isis 1826 p. 215.
Salamandra subcristata Schlegel in Siebold's Fauna japonica. Amphibia p. 125 pl. IV f. 1, 2, 3, V f. 7, 8 (anim. et cr.).
Salamandra subcristata Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 122 tab. XL f. 1, 2, 3 (anim.).

Habitat. Japan[1]).

17. Triton chinensis Gray.

Cynops chinensis Gray. Proc. zool. Soc. of London 1859 p. 229 Rept. pl. XIX f. 1 (anim.).

Habitat. Ningpo in China.

***18. Triton Poireti** Gervais.

Triton Poireti Gervais. Bull. Soc. Sciences natur. 1835 p. 113*.
Euproctus Poireti D. et B. Erpétol. génér. IX p. 160 pl. CII f. 5, 6, CVII f. 1 (cr. et anim.).
Glossoliga Poireti Gervais. Ann. d. Sciences natur. 3 sér. XX p. 313 pl. XV f. 9 (cr.).
Euproctus Rusconii Guichenot. Expl. scient. de l'Algérie. Rept. p. 29 pl. IV f. 2 (anim. et os).
Triton nebulosus Guichenot. Expl. scient. d'Algérie. Rept. p. 30 pl. IV f. 1 (anim. et os).

Habitat. Algerien.

***19. Triton torosus** Eschscholtz.

Triton torosus Eschscholtz. Zoologischer Atlas. Heft V p. 12. tab. XXI f. 15 (cr.).
Taricha torosa Baird in Wilkes U. S. Exploring Expedition. XX Herpetology p. 5 pl. I f. 1—8 (anim. et os).

Habitat. Californien und Oregon.

20. Triton laevis Baird et Girard.

Taricha laevis Baird et Girard. Proc. Acad. Philadelph. VI. 1853 p. 302.

Habitat. Californien.

5. Gattung **CHIOGLOSSA** Barboza du Bocage.

Die Gaumenzähne bilden zwei leicht geschweifte, vorn bogenförmig zusammentretende, in der Mitte fast parallele und hinten stark divergirende Längsreihen, deren vor-

1) Unsere Sammlung besitzt zwar angeblich in China gesammelte Exemplare dieser Art, doch konnte sich Dr. Schaufuss, von welchem sie acquirirt worden sind, für die Richtigkeit der Fundortsangabe nicht verbürgen.

deres Ende nicht über die inneren Nasenöffnungen vorragt. Die Zunge ist gross, von länglich-ovaler Gestalt, sitzt auf einem centralen Stiele, ist aber zugleich auch mit ihrem vorderen Zipfel an den Kinnwinkel festgewachsen, so dass sowohl ihre hintere Hälfte, als auch ihre Seitenränder frei sind. Habitus sehr schlank. Hautbedeckungen fein chagrinirt, fast glatt. Parotiden fehlen. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz an der Basis fast drehrund, in der hinteren Hälfte leicht comprimirt, scharf zugespitzt und ohne Spur eines Hautsaumes.

Synonymie.

Neurergus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIV. 1862 p. 343.

Chioglossa Barboza du Bocage. Proc. zool. Soc. of London 1864 p. 264. — Barboza du Bocage in Guérin's Revue et Mag. de Zoologie. 2 sér. XVI (1864) p. 249.

Obgleich der Cope'sche Namen *Neurergus* zwei Jahre älter ist, als die Benennung *Chioglossa* Barboza, so habe ich dennoch der letzteren den Vorzug gegeben und halte mein Verfahren, trotzdem es gegen das Gesetz der Priorität verstösst, für vollkommen gerechtfertigt; denn während Barboza die von ihm aufgestellte Gattung ausführlich charakterisirt hat, ist die von Cope gegebene Diagnose seiner Gattung *Neurergus* so ungenügend, dass aus derselben die Identität beider Genera wohl schwerlich hätte erkannt werden können, wenn diese Identität nicht später[1]) von Cope selbst constatirt worden wäre.

Die beiden zu dieser Gattung gehörenden Arten, die ich nicht aus eigener Anschauung kenne und über deren Selbstständigkeit ich folglich auch kein Urtheil abgeben kann, sind auf der östlichen Hemisphäre einheimisch.

21. Chioglossa lusitanica Barboza du Bocage.

Chioglossa lusitanica Barboza du Bocage. Proc. zool. Soc. of London 1864 p. 264 pl. XXI (anim., os et cr.).

Chioglossa lusitanica Barboza du Bocage in Guérin's Revue et Mag. de Zoologie. 2 sér. XVI (1864) p. 249 pl. XXI (anim., os et cr.).

Habitat. Portugal.

22. Chioglossa crocata Cope.

Neurergus crocatus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIV. 1862 p. 343.

Habitat. Cope hat den Fundort dieser Art nicht angegeben, da er sie jedoch in einem Aufsatze «Notes upon some Reptiles of the Old World» beschreibt, so vermuthe ich, dass sie aus irgend einem der süd-europäischen Länder stammt.

6. Gattung **SALAMANDRINA** Fitzinger.

Die Gaumenzähne bilden zwei gerade, in der ersten Hälfte ihres Verlaufes fast parallele und alsdann stark divergirende Längsreihen, deren vorderes Ende nicht über die inneren Nasenöffnungen vorragt. Die Zunge ist gross, länglich, vorn verschmälert, hinten flach bogenförmig zugerundet oder selbst gestutzt und nur mit ihrem vorderen Theile angewach-

1) Proc. Acad. Philadelph. XVII. 1865. p. 196.

sen, so dass nicht bloss ihre hintere Hälfte, sondern auch die Seitenränder frei sind. Habitus schlank. Hautbedeckungen stark gekörnt. Parotiden undeutlich. Sowohl die Vorder-, als auch die Hinterfüsse mit 4 freien Zehen. Der Schwanz fast drehrund, zugespitzt und sowohl oben, als auch unten mit einer scharfen Kante versehen.

Synonymie.

Salamandrina Fitzinger. Neue Classification der Reptilien p. 41. — Tschudi. Classification der Batrachier p. 93. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 68. — Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 125.

Seiranota Barnes in Silliman's Amer. Journ. of Sciences and Arts XI p. 268*. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 29. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 340. — Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 137. — Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 3 ser. II p. 293.

Die einzige Art dieser Gattung gehört der östlichen Hemisphäre an.

***23. Salamandrina perspicillata** Savi.

Salamandra perspicillata Savi. Bibliotheca italiana 1821 Fasc. LXV.

Salamandra perspicillata Savi. Memoria sulla Salamandra perspicillata (Pisa 1823) cum tab. (anim.).

Salamandrina perspicillata Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXIV f. 3 (anim.).

Seiranota perspicillata Gray. Proc. zool. Soc. of London 1858 p. 137 fig. 1 xylogr. (cr.).

Habitat. Italien und nach Gray [1]) auch Dalmatien.

II. Tribus SALAMANDRIDA LECHRIODONTA.

Die Gaumenzähne sitzen längs dem Hinterrande des bald gestutzten, bald in einen nach hinten gerichteten dreieckigen, unpaaren Fortsatz ausgezogenen Gaumenbeines und bilden demnach entweder der Quere nach gestellte oder schräge, nach hinten zu stärker oder schwächer convergirende Reihen. Das Os sphenoidale ist bei einem Theile der Arten mit einer besonderen knöchernen oder knorpligen zahntragenden Platte versehen.

Synonymie.

Molgidae et *Plethodontidae* Gray. Catal. of Amphibia II p. 14.

Ellipsoglossidae, *Plethodontidae*, *Bolitoglossidae*, *Hemidactylidae* et *Ambystomidae* Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 11 und Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 338—339.

Ambystominae, *Spelerpinae* et *Hynobiinae* Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 122—125.

Amblystomidae, *Plethodontidae*, *Desmognathidae* et *Hynobiidae* Cope. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. VI p. 105—107.

1) Gray. Catal. of Amphibia II p. 30.

Diese Tribus zerfällt in 13 Gattungen und umfasst im Ganzen 61 Arten, von denen 53 der westlichen und nur 8 der östlichen Hemisphäre angehören.

7. Gattung **ELLIPSOGLOSSA** Dum. et Bibr.

Die Gaumenzähne bilden sehr lange, nach hinten zu convergirende und unter spitzem Winkel zusammentretende, vorn dagegen nach aussen gebogene schräge Reihen, ahmen also die Figur eines *V* nach, dessen Schenkel am vorderen Ende hakenförmig nach aussen und hinten umgebogen sind. Sphenoidalzähne fehlen. Die Zunge ist sehr gross, von elliptischer Gestalt und mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Seitenränder in geringer Ausdehnung frei sind. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden vorhanden und mehr oder weniger scharf abgegrenzt. Der Rumpf mit einer Anzahl verticaler Hautfalten, die ihm ein geringeltes Aussehen verleihen. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz sehr dick, am Ende stumpf abgerundet, an der Basis fast drehrund, im weiteren Verlaufe deutlich comprimirt und scharfkantig, aber ohne besonderen Hautsaum.

Synonymie.

Pseudosalamandra Tschudi. Classification der Batrachier p. 91.

Hynobius Tschudi. Classification der Batrachier p. 94. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 30.

Molge Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 31.

Ellipsoglossa D. et B. Erpétol. génér. IX p. 97. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2^{d} ser. III p. 365.

Von den beiden Arten, welche diese Gattung bilden, besitzt zwar die eine (*Salamandra naevia* Schleg.) einen dicken, in der vorderen Hälfte fast drehrunden, gegen das Ende hin aber deutlich comprimirten Schwanz, während bei der anderen (*Salamandra nebulosa* Schleg.) dieses Organ fast in seiner ganzen Länge comprimirt ist, jedoch stimmen beide in den übrigen Organisationsverhältnissen, wie namentlich in der Stellung der Gaumenzähne und in der Form und Befestigungsweise der Zunge, so vollkommen mit einander überein, dass ich durchaus keinen Grund sehe, sie generisch zu trennen. Tschudi, der die *Salamandriden* bekanntlich nach der Form des Schwanzes in zwei Familien eintheilt, hat natürlich jede der beiden Arten zum Typus einer besonderen Gattung erhoben und die eine dieser Gattungen, *Pseudosalamandra*, welche auf *Salamandra naevia* Schleg. begründet ist, in die Familie *Salamandrae*, die andere, *Hynobius*, welche die *Salamandra nebulosa* Schleg. zum Typus hat, in die Familie *Tritones* gestellt. So unhaltbar nun diese beiden Genera auch sind, so hat Bonaparte sie dennoch adoptirt, es aber zugleich für nöthig erachtet, den Namen *Pseudosalamandra* durch die Benennung *Molge* zu ersetzen, und zwar ausschliesslich desshalb, weil er in der von Merrem [1]) nach den Angaben Houttuyn's, Thunberg's und Schneider's kurz ckarakterisirten *Molge striata*, (welche meiner Ansicht

1) Merrem. Tentamen Syst. Amphibior p. 185.

nach wohl richtiger auf *Onychodactylus japonicus* Houtt. zu deuten wäre), die *Salamandra naevia* Schleg. zu erkennen glaubte. Gray endlich hat die beiden Genera mit der von Bonaparte vorgeschlagenen Namensänderung gleichfalls angenommen, sie aber nicht mehr durch die Form des Schwanzes, sondern durch die Beschaffenheit der Parotiden unterschieden, welche bei *Molge* gross und deutlich, bei *Hynobius* dagegen undeutlich sein sollen; da jedoch dieses neue Merkmal eben so wenig stichhaltig ist, wie das ursprüngliche, von Tschudi benutzte, so habe ich mich der Ansicht Duméril's, der beide Arten in eine Gattung stellt, angeschlossen und zur Bezeichnung dieser Gattung auch selbstverständlich den von Duméril vorgeschlagenen Namen, *Ellipsoglossa*, adoptirt.

Die beiden bereits genannten Arten der Gattung *Ellipsoglossa* D. et B. gehören der östlichen Hemisphäre an.

*__24. Ellipsoglossa naevia__ Schlegel.

Salamandra naevia Schlegel in Siebold's Fauna japonica. Amphibia p. 122 tab. IV f. 4, 5, 6, V f. 9, 10 (anim. et cr.).

Salamandra naevia Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 122 tab. XXXIX f. 4 (anim.).

Ellipsoglossa naevia D. et B. Erpétol. génér. IX p. 99 tab. CI f. 5 (os.).

Habitat. Japan[1]).

*__25. Ellipsoglossa nebulosa__ Schlegel.

Salamandra nebulosa Schlegel in Siebold's Fauna japonica. Amphibia p. 127 tab. IV f. 7—9 (anim.).

Salamandra nebulosa Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 126 tab. XL f. 7—10 (anim.).

Habitat. Japan.

8. Gattung **ISODACTYLIUM** n. gen.[2]).

Die Gaumenzähne bilden zwei kurze, nach hinten unter spitzem Winkel zusammentretende schräge Reihen, deren vorderes Ende nach aussen und hinten umgebogen ist, und gleichen also bis auf die geringere Länge der Reihen vollkommen den Gaumenzähnen der vorhergehenden Gattung. Sphenoidalzähne fehlen. Die Zunge ist ziemlich gross, länglich-oval und mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur die Seitenränder in geringer Ausdehnung frei sind. Habitus mässig schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden deutlich und ziemlich scharf begrenzt. Der Rumpf mit einer Anzahl verticaler Falten, die nur die Rückenmitte frei lassen und dem Thiere ein geringeltes Aussehen verleihen. Sowohl die Vorder-, als auch die Hinterfüsse mit 4 freien Zehen. Der Schwanz ziemlich dick, aber in seinem ganzen Verlaufe comprimirt, stumpfkantig, ohne besonderen Hautsaum und am Ende bald stumpfer, bald spitzer zugerundet.

---

1) Auch von dieser Art besitzt unsere Sammlung ein angeblich aus China stammendes, von Dr. Schaufuss acquirirtes Exemplar.

2) Von ἴσος, gleich, und δάκτυλος Finger; eigentlich hätte also die Gattung *Isodactylus* heissen müssen, da jedoch dieser Name von Gray (Catal. of Lizards p. 259), bereits vergeben ist, so habe ich mir erlaubt, die Endung *us* in *ium* abzuändern.

Ausser der typischen Art dieses Genus, die ich zu Ehren meines hochverehrten Freundes und Collegen, des Hrn. Akademikers Dr. L. von Schrenck mit dem Namen *Isodactylium Schrenckii* belegt habe, ist mir noch eine zweite Art bekannt, welche der eben genannten zwar sehr nahe steht, sich von derselben aber durch die Form des Schwanzes und die Stellung der Gaumenzähne sehr leicht unterscheiden lässt. Beide Arten sind in Ost-Sibirien einheimisch, jedoch vermuthe ich, dass diese Gattung weiter verbreitet ist und namentlich auch im Ural einen Repräsentanten besitzt, denn mir liegen einige leider sehr junge Molch-Larven aus der Gegend von Nishne Tagilsk im Gouvernement Perm vor, welche durch vierzehige Hinterfüsse ausgezeichnet sind und also wenigstens in einem sehr wesentlichen Charakter mit den Arten der Gattung *Isodactylium* übereinstimmen. Selbstverständlich kann ich diese Larven vorläufig nicht weiter berücksichtigen, da ihre Gaumenzähne, die bürstenförmig angeordnet sind, nichts Charakteristisches darbieten, und es folglich nicht einmal möglich ist, anzugeben, ob sie zu dem in Rede stehenden Genus gehören, oder ob sie im ausgewachsenen Zustande vielleicht eine völlig verschiedene Anordnung der Gaumenzähne besitzen und daher als Typus einer besonderen Gattung aufgefasst werden müssen.

Die beiden zur Zeit bekannten Arten der Gattung *Isodactylium*, die, wie schon bemerkt, der östlichen Hemisphäre angehören, unterscheiden sich von einander, wie folgt:

Der Schwanz

1) höchstens 7 mal so lang, wie in seiner Mitte hoch. Das umgebogene Stück jeder Gaumenzahnreihe ist direkt nach hinten gerichtet . . *J. Schrenckii.*

2) wenigstens 9, oder selbst 10 mal so lang, wie in seiner Mitte hoch. Das umgebogene Stück jeder Gaumenzahnreihe ist nicht nach hinten, sondern nach aussen gerichtet . . . . *J. Wosnessenskyi.*

***26. Isodactylium Schrenckii** n. sp. **tab. II f. 1.**

Die detaillirte, von den nöthigen Abbildungen begleitete Beschreibung dieser Art behalte ich mir für den herpetologischen Theil von Dr. L. von Schrenck's Reisen und Forschungen im Amur-Lande vor und beschränke mich hier auf eine kurze Charakteristik, der ich zur Erläuterung noch die Abbildung des Schädels von der Unterseite beigefügt habe. *Isodactylium Schrenckii*, von dem mir mehrere vortrefflich erhaltene Exemplare vorliegen und welches ich desshalb zum Typus der Gattung gewählt habe, besitzt einen ziemlich dicken, nur wenig abgeflachten Kopf und eine ziemlich spitz zugerundete Schnauze; seine Zunge, die viel länger als breit ist, nimmt fast den ganzen Raum zwischen den beiden Unterkieferästen ein und die Gaumenzähne bilden zwar, wie in der Gattungsdiagnose angegeben ist, ein *V*, dessen Schenkel vorn hakenförmig umgebogen sind, jedoch verlaufen die beiden convergenten Schenkel dieser Figur leicht bogenförmig, mit nach aussen gerichteter Convexität, und das umgebogene Stück ist nicht, wie bei der folgenden Species, kurz und nach aussen gerichtet, sondern ziemlich lang und gerade nach hinten gerichtet. Der Rumpf ist hoch, auf der Oberseite sehr gewölbt, nach den Seiten hin schräge abfallend und

an der Unterseite sehr stark abgeflacht, so dass an der Stelle, wo die Flanken in die Unterseite übergehen, eine stumpfe, aber sehr deutliche Kante entsteht. Von den verticalen Falten am Rumpfe, die sehr schwach ausgeprägt sind und eigentlich nur lineare Impressionen darstellen, vereinigen sich die meisten am Bauche, wo sie sehr deutlich vortreten und constant in der Zahl 12 vorhanden sind; die beiden ersten Falten, die in der Achselhöhle liegen, und die letzte, in der Inguinalgegend gelegene, sind kürzer als die übrigen, berühren die gleichnamigen der entgegengesetzten Seite nicht, d. h. erstrecken sich nicht auf die Unterseite des Körpers, und sind daher auch in die oben angegebene Zahl 12 nicht einbegriffen. Die Extremitäten sind kurz und zwar reichen die vorderen, wenn man sie nach vorn streckt und an den Körper andrückt, nur bis zur Mitte des Auges; die Zehen sind conisch, zugespitzt und nur wenig abgeflacht, an den Vorderfüssen ist die zweite, an den Hinterfüssen die dritte am längsten. Der Schwanz ist von der Basis an deutlich comprimirt, stumpfkantig, am Ende stumpf zugerundet und in der vorderen Hälfte überall gleichhoch, in der hinteren Hälfte aber gegen die Spitze hin allmählich an Höhe abnehmend; seine Höhe beträgt in der Mitte höchstens den siebenten Theil seiner Länge.

Was die Färbung und Zeichnung anbetrifft, so ist die Oberseite aller Theile hell graubraun (café-au-lait) gefärbt, die Unterseite dagegen erscheint mehr bräunlichgelb; mit Ausnahme des Hinterkopfes, des Nackens, der Rückenmitte und der oberen Schwanzfirste, die einfarbig sind, ist die ganze übrige Oberfläche mit kleinen dunkelbraunen Fleckchen besäet, die sehr unregelmässig geformt, aber grösstentheils sehr dicht gestellt sind und dem Thiere das Aussehen verleihen, als ob seine Seiten, wo die dunkelen Fleckchen ganz besonders zahlreich sind und wo die helle Grundfarbe mir in Form kleiner Punkte vortritt, bestaubt wären. Am Aussenrande der einfarbigen Rückenmitte sind die dunkelen Fleckchen nicht allein dichter gestellt, sondern fliessen auch zu grösseren Makeln zusammen, so dass also an dieser Stelle eine nach innen scharf begrenzte, nach aussen aber ganz allmählich verschwimmende, häufig unterbrochene Längsbinde zu Stande kommt, die sich auch nach vorn, auf Nacken und Kopf, so wie nach hinten, auf den Schwanz, fortsetzt. Die einfarbige Rückenmitte ist häufig noch durch eine mehr oder weniger deutliche Längsreihe kleiner brauner Flecken, die genau den Dornfortsätzen der Wirbel folgt, in zwei gleiche Hälften getheilt. Die Unterseite aller Theile endlich, auf welcher die dunkelen Fleckchen sehr schwach ausgeprägt sind und mehr zusammenfliessen, erscheint sehr hell bräunlichgelb und zeigt ein weit schwächer bestaubtes Aussehen, ja die Kehle ist fast ganz einfarbig.

Das grösste der mir vorliegenden Exemplare zeigt folgende Maasse: Totallänge 10,7; Länge des Kopfes 1,4; Länge des Rumpfes 4,4; Länge des Schwanzes 4,9; Länge der Vorderextremität 1,3; Länge der Hinterextremität 1,6; Länge der 3ten Zehe 0,4; Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel 0,9; Dicke des Schwanzes 0,5; Höhe desselben an der Basis 0,65; Höhe desselben in der Mitte 0,7.

Habitat. Ost-Sibirien, am Ussuri, an der Schilka und am Baikal-See.

***27. Isodactylium Wosnessenskyi** n. sp. **tab. II f. 2.**

Von dieser neuen Art, welche ich dem Entdecker derselben, Hrn. E. Wosnessensky, Conservator am akademischen Museum, gewidmet habe, liegen mir zwar zahlreiche Exemplare vor, jedoch finde ich unter denselben nur ein einziges, leider etwas vertrocknetes Stück, an welchem sich die Epidermis vollkommen erhalten hat, während alle übrigen fast ganz von der Oberhaut entblösst und wahrscheinlich in Folge der jahrelangen Einwirkung von sehr schwachem Weingeist etwas weich geworden sind. *Isodactylium Wosnessenskyi* hat einen sehr deutlich flachgedrückten Kopf, dessen Länge, von der Schnauzenspitze bis zur Mitte der Kehlfalte gemessen, etwa um ein Drittel beträchtlicher ist, als die Breite in der Gegend der Mundwinkel, und eine nicht bloss kürzere, sondern auch viel stumpfer zugerundete Schnauze als die vorhergehende Species. Die Zunge ist zwar auch länglich-oval, scheint aber doch in so fern zu differiren, als sie im Verhältnisse zu ihrer Breite etwas weniger lang ist, und die Gaumenzähne bilden, wie schon bemerkt, eine V-förmige Figur, an welcher aber die langen, convergirenden Schenkel gerade verlaufen und unter spitzem Winkel zusammentreten, während zugleich das umgebogene vordere Stück eines jeden dieser Schenkel nicht bloss etwas kürzer ist, als bei der vorigen Art, sondern auch mehr nach aussen und nicht direkt nach hinten gerichtet ist. Der Rumpf ist nicht sehr hoch und deutlich flachgedrückt, scheint aber an den Seiten, wo die Flanken in die Unterseite übergehen, gleichfalls eine stumpfe Kante zu besitzen, wenigstens zeigen die weniger weichen Stücke eine solche Kante und selbst bei dem etwas vertrockneten Exemplar, dessen Leib sehr aufgetrieben ist, sieht man in der Achselhöhle noch Spuren dieser Kante. Die Falten am Rumpfe sind deutlicher ausgebildet und die Zahl derjenigen unter ihnen, welche sich an der Bauchseite vereinigen, beträgt gewöhnlich 13, jedoch liegen mir auch Exemplare vor, bei denen die letzte Falte undeutlich ist, wo ich also, eben so wie bei der vorigen Art, nur 12 zähle. Der Schwanz, der in seinem ganzen Verlaufe, von der Basis an, deutlich comprimirt und am Ende ziemlich spitz zugerundet ist, zeigt im Verhältnisse zu seiner Länge eine viel geringere Höhe, denn während bei der vorigen Art die Höhe desselben in der Mitte seines Verlaufes wenigstens den siebenten Theil seiner Länge beträgt, kommt sie bei dieser Species höchstens dem neunten, oder selbst zehnten Theile der Länge gleich; ferner ist noch zu bemerken, dass der Schwanz von der Basis bis zur Spitze ganz allmählich an Höhe abnimmt, also an der Basis höher ist, als in der Mitte, während er bei *Isodactylium Schrenckii* an der Basis nur eben so hoch, oder selbst etwas niedriger ist, als in der Mitte. Was die Länge des Schwanzes anbetrifft, so ist derselbe bei den meisten mir vorliegenden Stücken kürzer als der Rumpf, bei einigen jedoch auch eben so lang und bei den grössten Exemplaren sogar länger; ungeachtet dieser nicht unbedeutenden Differenzen bleibt aber das Verhältniss, welches zwischen der Länge und Höhe dieses Organes besteht, stets dasselbe, d. h. der Schwanz ist constant wenigstens neunmal länger als in seiner Mitte hoch. Die Extremitäten scheinen im Vergleiche mit der vorigen Art etwas länger zu sein, wenigstens überragen die Vorderbeine, wenn man sie nach vorn streckt und an den

Leib andrückt, den Vorderrand des Auges, und die Zehen, die sonst ganz wie bei *Isodactylium Schrenckii* gebildet sind, scheinen noch etwas mehr zugespitzt zu sein.

Das einzige Exemplar, an welchem sich die Epidermis erhalten hat, besitzt eine ziemlich helle kastanienbraune Grundfarbe, die von Epidermis entblössten Stücke dagegen sind sämmtlich grau gefärbt und zeigen einen bald mehr, bald weniger deutlich ausgesprochenen Stich in's Violette. Wie bei der vorigen Art ist auch bei dieser die Rückenmitte einfarbig, zeigt aber jederseits eine Einfassung von tiefschwarzen Makeln, welche zu einer selten unterbrochenen, sowohl nach innen, als auch nach aussen scharf begrenzten Längsbinde zusammenfliessen; diese jederseitige Längsbinde, die sich sowohl nach vorn, auf Nacken und Kopf, als auch nach hinten, auf den Schwanz, fortsetzt, sendet an ihrem Aussenrande eine Menge unregelmässiger Fortsätze aus, die, meist den Querfalten des Rumpfes folgend, sich oft bis an den Unterrand der Flanken hinziehen, und zwischen denen bei einzelnen Exemplaren noch andere tief schwarze Flecken auftreten, so dass solche Stücke an den Seiten unregelmässig gefleckt erscheinen. Derjenige Theil der jederseitigen Rückenbinde, der sich nach vorn auf den Kopf fortsetzt, begrenzt den Oberrand der Parotiden und ist an seiner Aussenseite von mehr oder weniger zahlreichen schwarzen Flecken begleitet, welche die Seiten des Kopfes gefleckt erscheinen lassen. Auf dem Schwanze, dessen obere Firste einfarbig ist, löst sich die Forsetzung der jederseitigen Rückenbinde in scharf begrenzte, unregelmässig geformte und gestellte Makeln auf, und da sich zu diesen Makeln noch eine Menge anderer gesellt, so erscheint der Schwanz schwarz gefleckt, ja bei einzelnen Stücken, bei welchen die schwarzen Makeln gegen das Schwanzende hin sehr überhand nehmen, erhält dieses letztere geradezu eine schwarze Färbung, natürlich mit Ausnahme der oberen Firste, die stets einfarbig grau oder braun bleibt. Auf der Oberseite der Extremitäten finden sich gleichfalls vereinzelte schwarze Makeln, die Unterseite derselben aber ist, wie überhaupt die Unterseite aller Theile, bei den von Epidermis entblössten Exemplaren schwärzlich gefleckt, wie bestaubt, bei dem mit Epidermis versehenen Stücke dagegen fast einfarbig braun, da von den schwarzen Flecken nur leise Spuren zu sehen sind.

Da die Grössenverhältnisse der einzelnen Körpertheile bei den meisten Exemplaren dieser Art nahezu übereinstimmen, so habe ich aus der ziemlich bedeutenden Zahl der mir vorliegenden Stücke fünf ausgesucht, die in dieser Beziehung noch am Meisten differiren, und deren Maasse ich hier folgen lasse

Maasse.

Totallänge des Thieres	12,1	10,8	9,8	9,2	8,5
Länge des Kopfes	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
» » Rumpfes	4,8	4,1	4,3	4,2	3,8
» » Schwanzes	5,9	5,4	4,3	3,8	3,6
» der Vorderextremität	1,6	1,5	1,3	1,1	1,3
» » Hinterextremität	1,6	1,6	1,6	1,3	1,6
» » dritten Zehe am Hinterfusse	0,4	0,35	0,35	0,3	0,35

Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel....	0,9	0,75	0,8	0,8	0,7
Dicke des Schwanzes..........................	0,6	0,5	0,4	0,35	0,4
Höhe desselben an der Basis....................	0,7	0,55	0,5	0,45	0,5
» » in der Mitte....................	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4

Habitat. Kamtschatka, bei Jawina an der Mündung des Bolscheretsk auf Lapatka.

9. Gattung **ONYCHODACTYLUS** Tschudi.

Die Gaumenzähne bilden zwei winklig gebogene, mit der Convexität nach vorn sehende, der Quere nach gestellte Reihen, deren innere Enden in der Mitte des Gaumenbeines unter stumpfem Winkel an einander stossen, und stellen somit eine Figur dar, welche einem sehr in die Quere gezogenen M nicht unähnlich ist. Sphenoidalzähne fehlen. Die Zunge ist gross, von elliptischer Gestalt und mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Seitenränder in geringer Ausdehnung frei sind. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden sehr deutlich und scharf begrenzt. Der Rumpf mit einer Anzahl verticaler Hautfalten, welche ihm ein leicht geringeltes Aussehen geben. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen, deren äusserste Spitzen zu bestimmten Zeiten des Jahres, oder auch des Lebens, mit kleinen krallenähnlichen Hornscheiden bekleidet sind. Der Schwanz dick, an der Basis fast drehrund, im weiteren Verlaufe deutlich comprimirt, am Ende spitz zugerundet und ohne besondere Hautsäume.

Synonymie.

Onychodactylus Tschudi. Classification der Batrachier p. 92. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 32. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 113. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. III p. 356.

Die einzige Art dieser Gattung gehört der östlichen Hemisphäre an.

28. Onychodactylus japonicus Houttuyn.

Salamandra japonica Houttuyn. Act. Vlissing. IX p. 329 tab. IX f. 3. *

Salamandra unguiculata Schlegel in Siebold's Fauna japonica. Amphibia p. 123 tab V. f. 1—6 (anim. et cr.).

Onychodactylus Schlegelii D. et B. Erpétol. génér. IX p. 114 pl. XCIII f. 1 (anim. et os).

Habitat. Japan.

10. Gattung **AMBLYSTOMA** Tschudi[1]).

Die Gaumenzähne bilden zwei gerade oder leicht bogenförmig gekrümmt verlaufende Querreihen, deren innere Enden einander in der Mitte des Gaumenbeines entweder direkt berühren oder doch kaum von einander getrennt sind, und stellen zusammengenommen somit entweder eine gerade Querreihe oder auch einen Bogen dar, dessen ausserordentlich schwache Convexität nach vorn gerichtet ist; mitunter ist jede Reihe an ihrem äusseren Ende

1) Nach dem Beispiele Cope's nenne ich diese Gattung *Amblystoma*, von αμβλύ, stumpf, und στόμα Mund, und bin überzeugt, dass Tschudi's fehlerhafte, aber ganz allgemein angenommene Schreibart *Ambystoma* nur durch einen Schreib- oder Druckfehler, an denen es in seiner Abhandlung bekanntlich nicht mangelt, entstanden ist.

unterbrochen, so dass das äusserste Stück derselben, das gewöhnlich hinter den inneren Nasenöffnungen liegt, isolirt erscheint. Sphenoidalzähne fehlen. Die Zunge ist gross, von ovaler Gestalt und mit ihrer ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Ränder, den Hinterrand ausgenommen, in sehr geringer Ausdehnung frei sind. Habitus verschieden, bald ziemlich schlank, bald mehr gedrungen. Hautbedeckungen glatt. Parotiden gewöhnlich vorhanden, aber oft sehr undeutlich begrenzt. Der Rumpf mit einer Anzahl verticaler Hautfalten, die ihm ein geringeltes Aussehen geben. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz dick, an der Basis fast drehrund, im weiteren Verlaufe stärker oder schwächer comprimirt, am Ende ziemlich spitz abgerundet und niemals mit Hautsäumen versehen.

Synonymie.

Ambystoma Tschudi. Classification der Batrachier p. 92. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Baird Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 281. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 34. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 101. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 349.

Xiphonura Tschudi. Classification der Batrachier p. 95. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 34. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 161. — Baird in Wilkes U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 13.

Salamandroidis Fitzinger. Systema Reptilium I p. 33.

Heterotriton Gray. Catal. of Amphibia II p. 33.

Camarataxis Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 122.

Pectoglossa Mivart. Proc. zool. Soc. of London 1867 p. 698.

Die hier nach dem Vorgange von Hallowell und Cope in eine Gattung vereinigten Molch-Arten bieten in der Form des Schwanzes sehr auffallende Verschiedenheiten dar, indem bei einem Theile derselben der Schwanz fast drehrund ist, bei einem anderen dagegen eine sehr starke Compression zeigt, und sind demzufolge von Tschudi, der die Schwanzform bekanntlich zum Familiencharakter erhoben hat, denn auch in zwei Genera, *Ambystoma* und *Xiphonura*, vertheilt worden, von denen das erste die Arten mit drehrundem oder doch äusserst schwach comprimirtem Schwanze enthielt und in die Familie *Salamandrae* gestellt wurde, während er das zweite Genus auf die Arten mit stark comprimirtem Schwanze begründet und in seine Familie *Tritones* eingereiht hat. Diese beiden Genera wurden nun von Bonaparte in derselben Umgrenzung angenommen, Baird dagegen verwarf sie [1]) und vereinigte die hierhergehörenden Arten in eine einzige Gattung, *Ambystoma*, weil er sich überzeugt hatte, dass zwischen den beiden von Tschudi angenommenen Schwanzformen ganz allmähliche Uebergänge existiren, und es eine Menge von Arten giebt, welche der Schwanzform nach mit gleichem Rechte, sowohl in die eine, als auch in die andere der beiden Gat-

1) In Wilkes U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 13 hat Baird die Gattung *Xiphonura* auffallender Weise wieder restituirt

tungen eingereiht werden könnten. Obwohl es nun nachgewiesen war, dass das Unterscheidungsmerkmal der beiden Tschudi'schen Genera, *Ambystoma* und *Xiphonura*, nicht stichhaltig ist, so sind dieselben dennoch beibehalten worden, und zwar hat Fitzinger die Tschudi'sche Anordnung wieder eingeführt und die *Amblystomen* mit drehrundem Schwanze in seine Section *Geophili*, die mit comprimirtem Schwanze dagegen in seine Section *Hydrophili* gestellt; die ersteren vereinigte er mit *Onychodactylus japonicus* Houtt. in eine einzige Gattung, welche den Namen *Salamandroidis* führt und in zwei Untergattungen, *Salamandroidis* Fitz. und *Onychodactylus* Tschudi zerfällt, und die Arten mit comprimirtem Schwanze stellte er in die Gattung *Triton* Laur., welche bei ihm in drei Untergattungen, *Triton* Bell, *Lissotriton* Bell und *Xiphonura* Tschudi getheilt wird, — eine Anordnung, die selbst dann, wenn Fitzinger sie nicht bloss angedeutet, sondern motivirt hätte, wohl schwerlich zu billigen sein würde. Eben so, wie Fitzinger, haben auch Gray und Duméril die beiden in Rede stehenden Gattungen Tschudi's acceptirt, und Gray hat es sogar für nöthig erachtet, denselben noch ein drittes Genus, *Heterotriton*, hinzuzufügen, welches auf *Salamandra ingens* Green (*Amblystoma tigrinum* Green) basirt und eben so wenig haltbar ist, wie Tschudi's Gattung *Xiphonura*. Das so eben in Bezug auf die Gattung *Heterotriton* Gray Gesagte gilt auch von der Gattung *Camarataxis*, welche Cope auf ein junges Exemplar von *Amblystoma mavortium* Baird begründet, später aber selbst wieder eingezogen und mit *Amblystoma* vereinigt hat.

Endlich habe ich auch die Gattung *Pectoglossa* Mivart hierher gezogen, da sie, wie aus der vortrefflichen Beschreibung Mivart's hervorgeht, sowohl in der Form und Befestigungsweise der Zunge, als auch in der Stellung der Gaumenzähne [1]), die eine schwach bogenförmig verlaufende, in der Mitte kaum unterbrochene Querreihe bilden, vollkommen mit *Amblystoma* Tschudi übereinstimmt. Bekanntlich hat Mivart diese Gattung auf einen aller Wahrscheinlichkeit nach aus Siam stammenden Molch begründet, den Gray [2]) als *Plethodon persimilis* beschrieben hatte, der aber wegen Mangels der Sphenoidalzähne, deren Abwesenheit von Gray übersehen worden war, nicht in der Gattung *Plethodon* Tschudi gelassen werden konnte; Mivart glaubt nun für diese Molch-Art eine besondere, zunächst mit *Onychodactylus* Tschudi verwandte Gattung creiren zu müssen, mir scheint es jedoch richtiger, dieses Thier in die Gattung *Amblystoma* Tschudi zu stellen, da es eine mit der ganzen Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsene und nur an den Seiten etwas freie, länglich-ovale Zunge besitzt, und da seine Gaumenzähne «a transverse, slightly undulating, but subcontinuous series» bilden.

Was nun die Zahl der hierhergehörigen Arten anbetrifft, so führt Cope, der in neuester Zeit eine Monographie [3]) der Gattung *Amblystoma* Tschudi veröffentlicht hat, deren im Ganzen 20 auf, von denen jedoch mehrere nur auf je ein Exemplar basirt sind und, so

---

1) Cf. Proc. zool. Soc. of London 1867 p. 698 fig. 5 xylogr.

2) Proc. zool. Soc. of London 1859 p. 230. Rept. pl. XIX. f. 2.

3) Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 166—209.

weit sich nach den Beschreibungen urtheilen lässt, mit der Zeit wohl eingezogen werden dürften, zumal wenn sich die Gelegenheit darbieten wird, ihre specifischen Merkmale an einer grösseren Reihe von Individuen zu prüfen; da ich jedoch wegen Mangels an Material ausser Stande bin, über die Haltbarkeit dieser 20 Arten ein Urtheil abzugeben, so werde ich sie in Nachfolgendem genau in der von Cope angenommenen Reihenfolge und unter den von ihm adoptirten Namen aufführen. Mit Einschluss der *Pectoglossa persimilis* Gray, die meiner Ansicht nach gleichfalls in diese Gattung gehört, würde sich also die Gesammtzahl der gegenwärtig bekannten *Amblystoma*-Arten auf 21 belaufen, von denen 20 auf der westlichen und nur eine auf der östlichen Hemisphäre einheimisch sind.

29. Amblystoma talpoideum Holbrook.

Salamandra talpoidea Holbrook. N. A. Herpetology. 1 Edit. III p. 117 pl. XXIX (anim.).
Amblystoma talpoideum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 172.
Salamandra talpoidea Holbrook. N. A. Herpetology. 2^d Edit. V p. 73 pl. XXIV (anim.)

Habitat. Illinois, Süd-Carolina, Georgia, Louisiana.

***30. Amblystoma opacum** Gravenhorst.

Salamandra opaca Gravenhorst. Deliciae Mus. zool. Vratislaviensis I p. 75 tab. X (anim.).
Amblystoma opacum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 173.
Salamandra fasciata Holbrook. N. A. Herpetology. 2^d Edit. V p. 71 pl. XXIII (anim.).
Ambystoma fasciatum D. et B. Erpétol. génér. IX p. 106 pl. XCIII f. 4, CI f. 6 (os et cr.).

Habitat. Von New York südlich bis Florida, westlich bis Wisconsin und bis in das östliche Texas (Galveston).

31. Amblystoma punctatum Linné.

Lacerta punctata Linné. Systema naturae. Edit. XII, I p. 370 № 45.
Amblystoma punctatum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 175.
Salamandra venenosa Holbrook. N. A. Herpetology. 2^d Edit. V. p. 67 pl. XXII (anim.).

Habitat. Von Canada und Neu-Schottland südlich bis nach Süd-Carolina und westlich bis nach Michigan, Missouri, Arkansas und Louisiana.

32. Amblystoma conspersum Cope.

Ambystoma conspersum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 123.
Amblystoma conspersum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 177

Habitat. Pensylvanien, Süd-Carolina, Georgia.

33. Amblystoma bicolor Hallowell.

Ambystoma bicolor Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. IX. 1857 p. 215
Amblystoma bicolor Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 178.

Habitat. New Jersey.

***34. Amblystoma tigrinum** Green.

Salamandra tigrina Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. V p. 116.*
Amblystoma tigrinum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 179.

Triton tigrinus Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 79 pl. XXVI (anim.).
Triton ingens Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 85 pl. XXIX (anim.).

Habitat. Von New York südlich bis nach Süd-Carolina und westlich bis Nebraska, Kanzas und Louisiana.

***35. Amblystoma mexicanum** Cope [1]).

Gyrinus mexicanus Shaw and Nodder. Naturalists Miscellany IX. CCCXLII et CCCXLIII (anim.).
Siren pisciformis Shaw. General Zoology III. part 2. p. 612 pl. CXL (anim.).
Siredon axolotl Wagler. Descript. et Icones Amphibiorum tab. XX (anim.).
Amblystoma mexicanum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 184.

Habitat. Mexico.

36. Amblystoma mavortium Baird.

Ambystoma mavortia Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. I p. 292.
Amblystoma mavortium Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 184.
Ambystoma californiense Gray. Proc. zool. Soc. of London 1853 p. 11. Rept. pl. VII (anim.).
Amblystoma californiense Baird. P. R. R. Explorations and Surveys X. Report of Lieut. Abbot. Rept. p. 12 pl. XXX f. 1—3 (anim.).
Amblystoma proserpina Baird in Emory's U. S. and Mexican Boundary Survey. Reptiles p. 29 pl. XXXV f. 7—14 (anim. et os).

Habitat. Californien, Neu-Mexico, Texas, Kanzas, Nebraska und Minnesotah.

37. Amblystoma obscurum Baird. in litt.

Amblystoma obscurum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 192.

Habitat. Jowa (Fort des Moines).

38. Amblystoma xiphias Cope.

Amblystoma xiphias Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 192.

Habitat. Ohio (Columbus).

39. Amblystoma trisruptum Cope.

Amblystoma trisruptum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 194.

Habitat. Ocate River am Ostabhange des Felsengebirges in Neu-Mexico.

40. Amblystoma Jeffersonianum Green.

Salamandra Jeffersoniana Green. Contrib. Maclurian Lyceum I p. 4 pl. f. 1.*
Amblystoma Jeffersonianum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 195.
Salamandra Jeffersoniana Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 51 pl. XIV (anim.).

Habitat. Vermont, New York, Pensylvanien, Ohio, Indiana, Michigan, Wisconsin, Tenessee.

---

1) Diese Art hat Cope auf den Axolotl begründet, aber nicht charakterisirt, da ihm allem Anscheine nach nur Larven, nicht aber ausgebildete Exemplare zu Gebote standen; leider hat er auch nicht angegeben, ob die in der Pariser Ménagerie des Reptiles gezogenen *Amblystomen*, welche A. Duméril fraglich für *Amblystoma luridum* Hallowell (= *A. tigrinum* Green) erklärt und in den Nouv. Archives du Muséum II pl. X abgebildet hat, zu dieser oder zu einer anderen Art gehören.

41. Amblystoma platineum Cope.
Amblystoma platineum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 198.
Habitat. Ohio (Cleveland).

42. Amblystoma macrodactylum Baird.
Ambystoma macrodactyla Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. I p. 292
Amblystoma macrodactylum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 198.
Habitat. Washington und Oregon.

43. Amblystoma paroticum Baird in litt.
Amblystoma paroticum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 200.
Habitat. Washington und Oregon.

44. Amblystoma aterrimum Cope.
Amblystoma aterrimum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 201.
Habitat. Nördlicher Theil des Felsengebirges.

45. Amblystoma tenebrosum Baird et Girard.
Amblystoma tenebrosum Baird et Girard. Proc. Acad. Philadelph. VI. 1852 p. 174.
Amblystoma tenebrosum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 202.
Xiphonura tenebrosa Baird in Wilkes U. S. Exploring Expedition. XX. Herpetology p. 14 pl. I f. 9—17 (anim. et os).
Habitat. Washington und Oregon.

46. Amblystoma texanum Matthes.
Salamandra texana Matthes. Allg. deutsche naturh. Zeitung. Neue Folge I p. 266.
Amblystoma texanum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 204.
Amblystoma texanum Baird in Emory's U. S. and Mexican Boundary Survey. Reptiles p. 29 pl. XXXV f. 15 (anim.).
Habitat. Texas.

47. Amblystoma cingulatum Cope.
Amblystoma cingulatum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 205.
Habitat. Süd-Carolina (Grahamsville).

48. Amblystoma microstomum Cope.
Ambystoma porphyriticum Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 8.
Amblystoma microstomum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 206.
Habitat. Ohio, Illinois, Missouri, Arkansas und Louisiana.

49. Amblystoma persimile Gray.
Plethodon persimilis Gray. Proc. zool. Soc. of London 1859 p. 230. Rept. pl. XIX f. 2 (anim.).
Pectoglossa persimilis Mivart. Proc. zool. Soc. of London 1867 p. 698 fig. 5 xylogr. (os).
Habitat. Siam?

11. Gattung **RANODON** Kessler.

Die Gaumenzähne bilden zwei kurze, bogenförmige, mit der Convexität nach vorn gerichtete Reihen, die der Quere nach gestellt sind, aber nach vorn hin stärker oder

schwächer convergiren, und deren innere Enden durch einen Zwischenraum von einander getrennt sind, dessen Breite etwa der halben Länge jeder einzelnen Zahnreihe gleichkommt. Sphenoidalzähne fehlen. Die Zunge, ziemlich gross und von rundlicher Gestalt, ist mit einem ziemlich breiten Mittelstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nur ihre Seitenränder in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung frei sind. Habitus mässig schlank. Hautbedeckungen fast glatt. Parotiden vorhanden und wenigstens nach innen scharf begrenzt. Am Rumpfe eine Anzahl senkrechter Hautfalten, welche von einer mehr oder weniger deutlichen, der Länge nach verlaufenden Falte geschnitten werden. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz ziemlich dick, an der Basis fast drehrund, im weiteren Verlaufe deutlich comprimirt, unten abgerundet, oben scharfkantig, aber ohne besonderen Hautsaum, und an der Spitze ziemlich stumpf zugerundet.

Synonymie.

Ranodon Kessler. Bulletin de Moscou 1866. I p. 126.

Ausser dem *Ranodon sibiricus* Kessler, der typischen Art dieser Gattung, hat vor etwa zwei Jahren Prof. Ballion auf einen in der Gegend von Kopal erbeuteten Molch eine zweite Art, *Ranodon Kessleri*, aufgestellt, die jedoch von der ersten nicht verschieden ist, denn, wie ich mich nach Untersuchung einer ganzen Reihe gleichfalls aus der Gegend von Kopal stammender Exemplare überzeugt habe, sind die von Ballion zur Begründung seiner Art hervorgehobenen, an und für sich schon sehr geringen Unterschiede rein individueller Natur, und es enthält somit die in Rede stehende Gattung zur Zeit nur eine einzige Art, welche der östlichen Hemisphäre angehört.

50. Ranodon sibiricus Kessler. **tab. II f. 3.**

Ranodon (Triton) sibiricus Kessler. Bulletin de Moscou 1866. I p. 126 tab. VII (anim. et os).

Ranodon Kessleri Ballion. Bulletin de Moscou 1868. I p. 138.

Zu der sehr ausführlichen Beschreibung, welche Prof. Kessler von dem einzigen ihm vorliegenden Exemplare veröffentlicht hat, und welche durch die gleichfalls sehr detaillirte, von Prof. Ballion gegebene Beschreibung des *Ranodon Kessleri* in manchen Punkten completirt worden ist, habe ich nur wenige Bemerkungen hinzuzufügen, welche sich hauptsächlich auf die Form der Zehen, auf die Beschaffenheit der Haut, auf die Zahl und Anordnung der Seitenfalten am Rumpfe, so wie endlich auf die Färbung und Zeichnung beziehen.

Was zuerst die Zehen anbetrifft, so geben beide Autoren übereinstimmend an, dass dieselben mit deutlichen häutigen Säumen versehen sind, und Ballion fügt noch hinzu, dass an der Spitze der Zehen eine rundliche kissenförmige Erhabenheit vorhanden ist; diese kissenförmige Erhabenheit ist nun an allen mir vorliegenden Exemplaren gleichfalls vorhanden und bald mehr, bald weniger deutlich ausgebildet, die häutigen Säume dagegen finde ich nur an einigen wenigen Stücken, welche in Folge der Einwirkung von wahrschein-

lich sehr starkem Weingeiste etwas eingeschrumpft sind, und glaube diese Erscheinung daher für eine künstlich hervorgebrachte halten zu müssen, zumal bei allen gut erhaltenen Exemplaren, welche ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt, die Zehen durchweg ganz gleichmässig dick und nur leicht flach gedrückt sind. In Bezug auf die Beschaffenheit der Haut ferner muss ich bemerken, dass dieselbe bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge fast vollkommen glatt erscheint, und vermuthe daher, dass die leicht höckerige Beschaffenheit derselben an dem von Kessler beschriebenen Exemplare gleichfalls in Folge der durch den Weingeist hervorgebrachten Contraction entstanden ist; untersucht man aber die Haut mit einer selbst nur schwach vergrössernden Lupe, so erscheint sie namentlich auf der Lichtseite aller Theile sehr dicht und regelmässig vertieft-punktirt und bietet grosse Aehnlichkeit mit der rauhen Oberfläche eines Fingerhutes dar. Alsdann finde ich an allen meinen Exemplaren ausser den Querfalten, deren Zahl, wie Ballion angiebt, 13 beträgt, von denen aber nur 11 deutlich ausgebildet sind, noch eine mehr oder weniger stark ausgebildete Längsfalte, welche die Querfalten entweder einfach, unter fast rechtem Winkel, schneidet, oder aber an jeder einzelnen Querfalte unterbrochen ist und alsdann einen mehr oder weniger stark gekerbten, dicken Hautsaum darstellt. Die Färbung und Zeichnung endlich, durch welche sich *Ranodon Kessleri* Ball. meiner Ansicht nach am auffallendsten von der typischen Art unterscheidet, ist nun an den mir vorliegenden Exemplaren zwar nicht so eintönig, wie Kessler sie angiebt, stimmt aber auch mit dem Ballion'schen Exemplare nicht ganz überein, sondern hält ungefähr die Mitte zwischen beiden. Die Oberseite des Körpers zeigt nämlich auf grauem, oder auch bräunlichgrauem Grunde eine bald grössere, bald kleinere Zahl mehr oder weniger deutlicher blauschwarzer Wolkenflecken von sehr unregelmässiger Gestalt, die meist völlig ungeordnet über die Oberfläche zerstreut sind, mitunter aber auch eine entschiedene Neigung zeigen, sich in Längsreihen anzuordnen, und welche bei den jungen Individuen nicht bloss zahlreicher, sondern auch deutlicher sind, als bei den ausgewachsenen, bei welchen letzteren sie gewöhnlich ganz, oder doch bis auf geringe Spuren verschwinden. Die Unterseite aller Theile besitzt dagegen bei sämmtlichen Exemplaren eine bald sehr helle bräunlichgelbe, bald weisslichgelbe Färbung und ist durchaus einfarbig, ohne die geringste Spur von Flecken. Betrachtet man die Haut der Oberseite aber unter der Lupe, so findet man, dass sie auf sehr hellem bräunlichgelbem Grunde eine zahllose Menge sehr feiner blauschwarzer Pünktchen zeigt, die zu einem sehr regelmässigen und feinmaschigen Netzwerk angeordnet sind; die von diesem Netzwerk frei gelassenen Stellen, also die Oeffnungen der einzelnen Maschen, an denen die Grundfarbe zu Tage tritt, entsprechen den punktförmigen Vertiefungen, mit denen die Haut, wie oben bemerkt, besäet ist, und die vorhin erwähnten Wolkenflecken entstehen dadurch, dass an einzelnen Stellen die schwarzen Pünktchen, welche das Netzwerk bilden, ganz besonders zahlreich auftreten und dicht gedrängt stehen.

Ausser in der Färbung und Zeichnung, in der Zahl der Seitenfalten am Rumpfe und

in der Beschaffenheit der Zehen, soll sich *Ranodon Kessleri* Ball. hauptsächlich noch durch einen relativ schmäleren Kopf, durch kürzere Zehen und durch die Form des Schwanzes, der an der Basis breiter als hoch und nicht, wie bei *Ranodon sibiricus* Kessl., höher als breit ist, von letzterem unterscheiden, jedoch sind auch diese Differenzen, wie ich mich nach Ausmessung der mir vorliegenden Exemplare überzeugt habe, nicht stichhaltig, und namentlich ist das Verhältniss zwischen der Höhe und Dicke der Schwanzbasis, auf welches Ballion ganz besonderes Gewicht zu legen scheint, von gar keinem Belange, da die Schwanzbasis an ihrem unteren Theile sehr weich ist und beim Anlegen des Zirkels stets nachgiebt, die Maasse also niemals mit Sicherheit bestimmt werden können.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich die Maasse von 9 Exemplaren verschiedenen Alters zusammengestellt, die mit Ausnahme des Stückes *c*, das aus Chuldsha stammt und dem Museum von Hrn. von Middendorff geschenkt worden ist, sämmtlich in der Gegend von Kopal gefangen und der akademischen Sammlung von Sr. Excellenz dem Hrn. von Wlassenkow, früheren Gehülfen des Postdirektors, zum Geschenke dargebracht worden sind. Unter diesen Stücken ist *o* zwar vollkommen ausgebildet, besitzt aber noch ganz deutliche Rudimente der Kiemenbüschel, während die Stücke *k* und *l*, die eine geringere Länge haben, keine Spur dieser Büschel mehr zeigen. Schliesslich muss ich noch bemerken, dass nicht bloss bei *o*, sondern überhaupt bei den kleineren Exemplaren die beiden Gaumenzahnreihen sehr deutlich nach vorn hin convergiren, während sie bei den ganz grossen Stücken fast vollkommen der Quere nach gestellt sind.

Maasse.	*a*	*b*	*c*	*e*	*g*	*i*	*k*	*l*	*o*
Totallänge des Thieres	21,9	20,8	19,2	18,2	15,1	11,1	9,7	9,7	10
Länge des Kopfes	2,3	2,3	2	2	1,9	1,4	1,2	1,3	1,2
» » Rumpfes	7,8	7,4	6,6	6,5	5,4	4,2	3,9	3,8	4
» » Schwanzes	11,8	11,1	10,6	9,7	7,8	5,5	4,6	4,6	4,8
» der Vorderextremität	3	2,9	2,5	2,4	2	1,75	1,5	1,5	1,4
» » Hinterextremität	3,5	3,4	3,1	3	2,6	2	1,95	1,9	1,8
» » Mittelzehe am Hinterfusse	0,8	0,7	0,75	0,65	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5
Breite des Kopfes an den Mundwinkeln	1,9	1,9	1,6	1,6	1,4	1,1	1	1,1	1,05
Dicke des Schwanzes	1,2	1,2	1,1	1	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6
Höhe desselben an der Basis	1,2	1,2	1	1	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7
» » in der Mitte	1	1,1	1,1	1	0,8	0,6	0,55	0,65	0,75

Habitat. West-Asien, bei Semipalatinsk und Kopal in der Kirgisensteppe und bei Chuldsha im nord-östlichen China.

12. Gattung **DICAMPTODON** n. g.[1]).

Die Gaumenzähne bilden zwei ziemlich lange, schwach bogenförmig gekrümmte und mit der Convexität nach innen und vorn gerichtete schräge Reihen, die nach hinten zu

1) Von δίς, zweimal, καμπτός, gebogen, und ὀδούς, Zahn.

deutlich convergiren, deren innere Enden aber durch einen beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt sind. Sphenoidalzähne fehlen. «Die Zunge ist kurz und beträchtlich dick, vorn in einem mässig grossen Bogen abgerundet und fast ihrer ganzen Länge und Breite nach mit den darunter liegenden Theilen verwachsen.» Habitus mässig schlank. Hautbedeckungen fein chagrinirt, fast glatt. Parotiden scheinen zu fehlen, eben so auch die verticalen Hautfalten am Rumpfe. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz deutlich comprimirt, oben scharfkantig, unten abgerundet, am Ende zugespitzt, ohne besondere Hautsäume und säbelförmig nach aufwärts gekrümmt.

Diese neue Gattung, welche in der Stellung der Gaumenzähne fast vollständig mit dem nächstfolgenden Genus, *Plethodon* Tschudi, übereinstimmt, sich von demselben aber durch den Mangel der Sphenoidalzähne, so wie durch die Befestigungsweise der Zunge sehr sicher unterscheidet, habe ich auf den riesigen [1]) *Triton ensatus* Eschsch. begründet, von dem Eschscholtz zwar nur eine sehr ungenügende und von einer geradezu monströsen Abbildung begleitete Charakteristik hinterlassen hat, der aber, wie aus der vortrefflichen, von Rathke veröffentlichten anatomischen Beschreibung hervorgeht, in keine der bisher in der Familie der *Salamandriden* aufgestellten Gattungen eingereiht werden kann. Gray hat zwar auf drei Exemplare einer californischen Molch-Art, die er irriger Weise für *Triton ensatus* Eschsch. hielt, eine neue Gattung, *Ensatina* [2]) begründet, jedoch besitzt die typische Art dieser Gattung, *Ensatina Eschscholtzii* Gray, nicht bloss eine völlig verschiedene, nämlich pilzförmige, mit dem vordersten Zipfel an den Kinnwinkel befestigte Zunge, sondern, wie Cope [3]) nach einer Mittheilung von Mivart angiebt, auch Sphenoidalzähne und ist somit von *Triton ensatus* Eschsch. völlig verschieden.

Die einzige bisher bekannte Art der Gattung *Dicamptodon* gehört der westlichen Hemisphäre an.

51. Dicamptodon ensatus Eschscholtz.

Triton ensatus Eschscholtz. Zoologischer Atlas. Heft V p. 6 tab. XXII (anim. et cr.).

Habitat. Californien.

13. Gattung **PLETHODON** Tschudi.

Die Gaumenzähne bilden zwei ziemlich kurze, kaum bogenförmig gekrümmte, schräge Reihen, die nach hinten zu unter bald sehr stumpfem, bald fast spitzem Winkel convergiren, und deren innere oder hintere Enden einander nicht berühren. Die Sphenoidalzähne, die in mehrere Reihen angeordnet sind, bilden zwei längliche, nach vorn hin sehr verschmälerte Gruppen, die in der Mitte durch einen schmalen Zwischenraum von einander getrennt und so weit nach hinten gerückt sind, dass zwischen ihrem vorderen Ende und den Gaumenzähnen ein beträchtlicher freier Raum vorhanden ist. Die Zunge ist sehr gross, von

---

1) Das einzige bisher bekannte Exemplar dieser Art besitzt eine Totallänge von mehr als 40 Ctm. (11½ Zoll), ist also für einen *Salamandriden* wirklich riesig gross; interessant ist die Mittheilung Rathke's, dass der Magen dieses Stückes Reste einer halbverdauten Spitzmaus (*Sorex*) enthielt.

2) Gray. Catal. of Amphibia II. p. 48.

3) Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 167.

länglich-ovaler Gestalt und mit einem nicht bis an ihren Hinterrand reichenden, sehr schmalen Mittelstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass ihr Hinterrand in geringer, ihre Seitenränder aber in sehr beträchtlicher Ausdehnung frei sind. Habitus schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden vorhanden, aber nicht scharf begrenzt. Am Rumpfe eine Anzahl sehr deutlicher verticaler Hautfalten, die ihm ein geringeltes Aussehen geben und auch auf den vorderen Theil des Schwanzes übergehen, wo sie aber weniger deutlich sind. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz ist dick, fast in seinem ganzen Verlaufe drehrund, oder doch nur wenig comprimirt, am Ende scharf zugespitzt und ohne alle Hautsäume.

Synonymie.

Plethodon Tschudi. Classification der Batrachier p. 92. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. I p. 282. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 38.

Sauropsis Fitzinger. Systema Reptilium I. p. 33.

Cylindrosoma part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 76.

Plethodon part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 82. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. III p. 342.

Die Gattung *Plethodon*, welche Tschudi auf zwei nord-amerikanische Molch-Arten, die *Salamandra glutinosa* Green und die *Salamandra erythronota* Green, begründet hat, ist zwar von allen nachfolgenden Autoren angenommen worden, jedoch haben nur Bonaparte und Baird sie in dem ursprünglichen Umfange beibehalten, während alle übrigen ihr einen ganz anderen und oft sehr abweichenden Sinn beilegen. So vertheilt Fitzinger die beiden genannten Arten in zwei Genera, *Sauropsis* und *Plethodon*, von denen das erste die *Salamandra erythronota* Green und das letzte die *Salamandra glutinosa* Green enthält, und Gray schliesst sich dieser Anschauungsweise an, jedoch mit dem Unterschiede, dass er die *Salamandra erythronota* Green in seine Gattung *Ambystoma* stellt und zum Typus einer besonderen Untergattung, *Sauropsis* Fitz., erhebt: Duméril dagegen verfährt gerade umgekehrt und rechnet nur *Salamandra erythronota* Green zu seiner Gattung *Plethodon*, während er die andere Art in seine Gattung *Cylindrosoma* stellt, und Hallowell endlich lässt zwar beide genannten Arten in dem Genus *Plethodon*, zieht zu demselben aber auch die Arten der nächstfolgenden Gattung, *Desmognathus* Baird, hinzu, kurz jeder der vier genannten Autoren fasst das in Rede stehende Genus in anderem Sinne auf, so dass es gegenwärtig nicht weniger als fünf Gattungen giebt, die alle denselben Namen *Plethodon* führen und von denen keine mit der anderen übereinstimmt

Zur Zeit kennt man 5 Arten der Gattung *Plethodon* Tschudi, die sämmtlich der westlichen Hemisphäre angehören.

*52. **Plethodon glutinosus** Green.

Salamandra glutinosa Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. I p. 357.

Salamandra glutinosa Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 39 pl. X (anim.).

Plethodon glutinosus Mivart. Proc. zool. Soc. of London 1867 p. 697 et 698 f. 6 xyl. (os).
var. *Salamandra granulata* Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 63 pl. XX (anim.).

Habitat. Von Massachusetts und New York südwärts bis Florida und westwärts bis Ohio und Louisiana.

*53. **Plethodon flavipunctatus** n. sp.

Die überaus reiche herpetologische Ausbeute, welche Hr. Conservator Wosnessensky während seines mehrjährigen Aufenthaltes in Californien zusammengebracht hat, enthielt auch drei Exemplare einer Molch-Art, welche dem *Plethodon glutinosus* Green sehr nahe steht, von demselben aber in der Stellung der Gaumenzähne durchaus abweicht, und welche ich daher für neu erklären muss. Diese neue Art, der ich den Namen *Plethodon flavipunctatus* beigelegt habe, erinnert zwar in der Färbung und Zeichnung an *Ambystoma punctulatum*, welches Gray [1]) sehr kurz charakterisirt hat und von welchem er später [2]) selbst sagt, dass es «nearly allied to the genus Plethodon» sei, dürfte aber doch wohl schwerlich mit demselben identisch sein, da die Gray'sche Art einen comprimirten Schwanz und eine weiss gefärbte Unterseite besitzt, während bei dem gleich zu beschreibenden *Plethodon* der Schwanz, bis auf die äusserste, leicht comprimirte Spitze, vollkommen drehrund ist, und die Unterseite eben so dunkel gefärbt erscheint, wie die Oberseite.

Der Kopf, der ziemlich lang und in der Mitte des Scheitels mit einem mässig tiefen Längseindrucke versehen ist, zeigt in der Gegend der Mundwinkel die grösste Breite, verschmälert sich nach hinten in ziemlich auffallender Weise und läuft auch in eine recht spitz zugerundete Schnauze aus. Die Zunge ist auffallend gross, sehr dünn, blattförmig, unterscheidet sich aber in der Form kaum von der Zunge des *Plethodon glutinosus* Green, die Gaumenzähne dagegen haben eine durchaus abweichende Stellung; während nämlich bei der eben genannten Art die beiden Gaumenzahnreihen nach hinten unter sehr stumpfem Winkel convergiren und zusammengenommen eine schwach winklig gebogene, in der Mitte unterbrochene Querreihe darstellen, deren äussere Enden den Hinterrand der inneren Nasenöffnungen bilden, beginnen bei *Plethodon flavipunctatus* die in Rede stehenden Zahnreihen, die ausserdem auch um ein Drittel etwa kürzer sind, an der hinteren inneren Ecke der jederseitigen inneren Nasenöffnung, laufen schräge nach hinten und innen gegen einander, ohne sich jedoch mit ihren hinteren Enden zu berühren, und schliessen somit zusammen einen Winkel ein, der etwas kleiner ist als ein Rechter. Der Rumpf ist cylindrisch, an der Unterseite etwas abgeflacht, längs der Vertebrallinie vertieft und an den Seiten mit 13 tiefen Hautfalten versehen, von denen die letzte nicht ganz deutiich ausgebildet ist. Der Schwanz ist länger als der Rumpf, an der Basis etwas abgeflacht, im weiteren Verlaufe drehrund und nur an der Spitze leicht comprimirt; das Ende desselben ist sehr scharf zugespitzt, und in seinen beiden vorderen Dritteln besitzt er deutliche verticale Hautfalten, welche ihm ein geringeltes Ansehen verleihen. Die Extremitäten stimmen mit denen des *Plethodon glutinosus*

1) Gray. Catal. of Amphibia II. p. 37.

2) Proc. zool. Soc. of London 1853 p. 11.

Green vollkommen überein, nur sind die Zehen durchweg schlanker, weniger abgeflacht und mehr zugespitzt.

Die von Epidermis entblössten Stücke sind überall tief schwarz gefärbt und mit recht grossen, unregelmässig geformten und gestellten weisslichen Makeln verziert; diese Makeln sind an den Seiten des Kopfes und Rumpfes, so wie auf der Oberseite des Schwanzes viel zahlreicher als auf dem Rücken, erscheinen am Bauche und an der Kehle kleiner und weniger zahlreich und fehlen auf der Oberseite des Kopfes und an der Unterseite des Schwanzes gänzlich. Bei einem der drei mir vorliegenden Exemplare, bei welchem sich die Epidermis stellenweise erhalten hat, sind die Makeln an den mit Oberhaut versehenen Stellen sehr hell bräunlichgelb und die Grundfarbe sehr dunkel bräunlichgrau.

Maasse. Totallänge des Thieres 11,7; Länge des Kopfes 1,6; Länge des Rumpfes 4,8; Länge des Schwanzes 5,3; Länge der Vorderextremität 1,4; Länge der Hinterextremität 1,7; Länge der Mittelzehe an den Hinterfüssen 0,4; Breite des Kopfes in der Gegend der Mundwinkel 1; Dicke des Schwanzes an der Basis 0,6; Höhe desselben an derselben Stelle 0,5.

Habitat. Californien (Neu-Albion).

*54. **Plethodon erythronotus** Green.

Salamandra erythronota Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. I p. 356.

Salamandra erythronota Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 43 pl. XI (anim.).

Habitat. Von New York südwärts bis Süd-Carolina und westwärts bis Kentucky.

55. **Plethodon intermedius** Baird in litt.

Plethodon intermedius Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 209.

Habitat. Vancouver Island und Californien (Fort Tejon).

56. **Plethodon croceater** Cope.

Plethodon croceater Cope. Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 210.

Habitat. Californien (Fort Tejon).

14. Gattung **DESMOGNATHUS** Baird.

Die Gaumenzähne bilden zwei nach hinten zu unter bald spitzem, bald mehr stumpfem Winkel convergirende, in der Mittellinie des Gaumenbeines vereinigte und am vorderen Ende hakenförmig nach aussen gebogene, schräge Reihen, stellen somit eine mehr oder weniger in die Quere gezogene V-förmige Figur dar, an welcher die vorderen Enden mehr oder weniger stark hakenförmig nach aussen gebogen sind. Die Sphenoidalzähne sind in mehrere Längsreihen angeordnet und bilden zwei längliche, vorn einander sehr genäherte oder selbst vereinigte, im weiteren Verlaufe aber deutlich getrennte Gruppen, die nach hinten an Breite zunehmen, und deren vorderes Ende durch einen beträchtlichen Zwischenraum von den Gaumenzähnen getrennt ist. Die Zunge ist gross, vorn zugespitzt, hinten stumpf zugerundet und mit einem centralen Längsstreifen ihrer Unterseite, der aber nur bis zu ihrer Mitte reicht, an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass nicht bloss ihre Seitenränder, sondern auch ihre hintere Hälfte frei ist und (nach Baird) nach aussen

geklappt werden kann. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden undeutlich. An den Seiten des Rumpfes eine Anzahl mehr oder weniger deutlicher senkrechter Hautfalten, welche demselben ein leicht geringeltes Aussehen verleihen. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz, an der Basis dick, aber durchweg mehr oder weniger deutlich comprimirt, läuft in eine ziemlich scharfe Spitze aus und besitzt zuweilen auf der oberen Firste die Andeutung eines Hautsaumes.

Synonymie.

Desmognathus Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 282. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 40.

Cylindrosoma part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 76.

Plethodon part. Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 342.

Obwohl diese Gattung der vorhergehenden nahe verwandt ist, unterscheidet sie sich von derselben doch nicht bloss durch die Form und Befestigungsweise der Zunge, sondern auch durch die eigenthümliche, an die Gattungen *Ellipsoglossa* D. et B. und *Isodactylium* m. erinnernde Anordnung der Gaumenzähne, und ich hätte diesem letzteren Merkmale sicherlich den Vorzug vor allen anderen gegeben und dasselbe in die synoptische Tabelle zur Bestimmung der Gattungen aufgenommen, wenn es mir gelungen wäre, mich zu überzeugen, dass auch bei *Salamandra Haldemanni* Holbr. und bei *Salamandra auriculata* Holbr., welche beide sowohl von Baird, als auch von Cope zu dieser Gattung gerechnet werden, die Gaumenzähne die in der vorstehenden Gattungsdiagnose angegebene Stellung besitzen; da mir jedoch die beiden genannten Molch-Arten nicht zu Gebote stehen, und ich aus den Beschreibungen Holbrook's und der übrigen Autoren, welche dieser Arten erwähnt haben, nicht im Stande gewesen bin, über die Stellung der Gaumenzähne in's Klare zu kommen, so habe ich in der oben gegebenen synoptischen Tabelle die Gattungen *Plethodon* Tsch. und *Desmognathus* Baird ausschliesslich nur durch die Befestigungsweise der Zunge von einander unterschieden.

Die Gattung *Desmognathus* Baird, an deren Selbstständigkeit wohl nicht gezweifelt werden kann, ist nur von Gray und Cope adoptirt worden, Duméril und Hallowell dagegen verwerfen sie, und zwar vertheilt der erstere die hierher gehörigen Arten in seine Gattungen *Plethodon* und *Cylindrosoma*, während der letztere sie einfach in seine Gattung *Plethodon* stellt.

Die 4 zur Zeit bekannten *Desmognathus*-Arten gehören alle der westlichen Hemisphäre an.

*57. **Desmognathus niger** Green.

Salamandra nigra Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. I p. 352.

Triton niger Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 81 pl. XXVII (anim.).

Habitat. Die atlantischen Staaten der nord-amerikanischen Union, vom 43° n. Br. südwärts bis zum Golf von Mexico und westwärts bis nach Louisiana.

58. Desmognathus fuscus Rafinesque.

Triturus fuscus Rafinesque. Annals of Nature 1820 №?*

Salamandra quadrimaculata Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 49 pl. XIII (anim.).

Plethodon fuscum D. et B. Erpétol. génér. IX p. 85 pl. XCIV f. 4 (os).

Habitat. Die atlantischen Staaten der nord-amerikanischen Union von Pensylvanien südwärts bis Georgien.

59. Desmognathus Haldemanni Holbrook [1]).

Salamandra Haldemanni Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 59 pl. XVIII (anim.).

Desmognathus ochrophaea Cope. Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 124.

Habitat. Pensylvanien, Maryland, Virginien.

60. Desmognathus auriculatus Holbrook.

Salamandra auriculata Holbrook. N. A. Herpetology. 1 Edit. III p. 115 pl. XXVIII (anim.).

Salamandra auriculata Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 47 pl. XII (anim.).

Habitat. Georgien und Süd-Carolina, nach Gray [2]) auch Louisiana (New Orleans).

15. Gattung **ANAIDES** Baird.

Die Gaumenzähne bilden zwei sehr kurze, nach hinten unter sehr stumpfem Winkel convergirende, in der Mitte des Gaumenbeinrandes vereinigte schräge Reihen, stellen also eine nach hinten zu winklig vorspringende Querreihe dar. Die Sphenoidalzähne, die in mehrere, von vorn und innen nach hinten und aussen gerichtete schräge Reihen angeordnet sind, bilden zwei längliche, nach hinten zu an Breite zunehmende Haufen, die durch eine schmale Längsfurche von einander getrennt sind, und deren vorderes Ende ziemlich weit hinter den Gaumenzahnreihen liegt. Die Kieferzähne sind auffallend gross, dreieckig, von vorn nach hinten flachgedrückt und in sehr geringer Zahl vorhanden; in der oberen Kinnlade zähle ich deren an einem mir vorliegenden Schädel jederseits 11, im Unterkiefer dagegen, wo sie besonders gross sind, stehen in jedem Aste nur 8. Die Zunge ist sehr gross, von elliptischer Gestalt und nur mit einem schmalen, aber bis an den Hinterrand reichenden Mittelstreifen ihrer Unterseite an den Boden der Mundhöhle befestigt, so dass ihre Seitenränder in sehr beträchtlicher Ausdehnung frei sind. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden vorhanden, aber nicht sehr deutlich begrenzt. Am Rumpfe eine Anzahl verticaler Hautfalten, die sich auch auf den Schwanz fortsetzen und dem Thiere ein deutlich geringeltes Ansehen verleihen. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz mässig dick, am Ende conisch zugespitzt und in seinem ganzen Verlaufe fast drehrund, ohne Spur von Hautsäumen.

Synonymie.

Anaides Baird. Iconographic Encyclopedia II. 1849 p. 256.* — Baird in Wilkes. U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 7.

1) Baird hält diese Species für eine der zahllosen Varietäten des *Desmognathus fuscus* Raf., Cope (Proc. Acad. Philadelph. XI. 1859 p. 124. Anmerk.) dagegen erklärt sie für selbstständig.

2) Gray. Catal. of Amphibia II p. 41.

Aneides Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 10. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 344. — Hallowell. P. R. R. Explorations and Surveys X. Report of Lieut. Williamson. Rept. p. 22.

Ausser durch die eigenthümliche Beschaffenheit der Kieferzähne unterscheidet sich diese Gattung von *Plethodon* Tsch., mit welcher sie am nächsten verwandt ist, noch durch eine etwas abweichende Anordnung der Gaumen- und Sphenoidalzähne, so wie durch die nur an den Seitenrändern freie, am Hinterrande aber festgewachsene Zunge. Endlich wäre noch hervorzuheben, dass bei der typischen und zugleich einzigen Art der Gattung *Anaides* Baird, welche der westlichen Hemisphäre angehört, der Rand der oberen Kinnlade nicht, wie gewöhnlich, gerade verläuft, sondern jederseits unter dem Auge einen sehr deutlichen bogenförmigen Vorsprung besitzt und daher eine entfernte Aehnlichkeit mit dem Oberkieferrande der Krokodile und Kaymane darbietet.

***61. Anaides lugubris** Hallowell.

Salamandra lugubris Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. IV. 1848 p. 126.

Anaides lugubris Baird in Wilkes. U S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 8 pl. I f. 26—33 (anim. et os).

Anaides lugubris Hallowell. P. R. R. Explorations and Surveys X. Report of Lieut. Williamson. Rept. p. 23 pl. VII f. 2 (anim. et os).

Anaides lugubris Baird. P. R. R. Explorations and Surveys X. Report of Lieut. Abbot. Rept. p. 13 pl. XXX f. 4 (anim.).

Habitat. Oregon und Ober-Californien.

16. Gattung **HEMIDACTYLIUM** Tschudi.

Die Gaumenzähne bilden zwei am Innenrande der inneren Nasenöffnungen beginnende und schräge nach hinten und innen ziehende Reihen, die zusammen einen ziemlich stumpfen Winkel einschliessen. Die Sphenoidalzähne, die in mehrere Längsreihen angeordnet sind, bilden zwei längs der Mittellinie des Keilbeins von einander geschiedene Haufen und sind von den Gaumenzähnen durch einen bald mehr, bald weniger beträchtlichen Zwischenraum getrennt. Die Zunge ist gross, vorn verschmälert, hinten breit und fast mit ihrer ganzen unteren Fläche an den Boden der Mundhöhle festgewachsen, so dass sie nur hinten und an den Seiten einen freien Rand von geringer Ausdehnung zeigt[1]). Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden unsichtbar. Am Rumpfe eine Anzahl auffallend tiefer verticaler Hautfalten, die sich auch auf den Schwanz fortsetzen, daselbst aber weniger tief sind, und dem Thiere ein geringeltes Aussehen verleihen. Sowohl die Vorder-, als auch die Hinterfüsse mit je 4 Zehen, welche an der Basis durch kurze Schwimmhäute verbunden sind. Der Schwanz, von mässiger Dicke, ist in der vorderen Hälfte seines Verlaufes drehrund, in der hinteren dagegen stark comprimirt und läuft in eine lanzettförmige Spitze aus.

---

1) Nach Baird soll die Zunge in der hinteren Hälfte frei sein, wie bei *Desmognathus* Baird.

Synonymie.

Hemidactylium Tschudi. Classification der Batrachier p. 94. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2^d ser. I p. 282. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 41. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2^d ser. III p. 365.

Desmodactylus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 117.

Diese Gattung, deren Namen Duméril ganz überflüssiger Weise in *Desmodactylus* abgeändert hat, enthält 2 Arten, welche beide der westlichen Hemisphäre angehören.

62. Hemidactylium scutatum Schlegel.

Salamandra scutata Schlegel in Siebold's Fauna japonica. Amphibia p. 119.

Salamandra scutata Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 123 tab. XL f. 4—6 (anim.).

Habitat. Pensylvanien, Tennessee, Süd-Carolina.

63. Hemidactylium pacificum Cope.

Hemidactylium pacificum Cope. Proc. Acad. Philadelph. XVII. 1865 p. 195.

Habitat. Nieder-Californien (Sta Barbara).

17. Gattung **HEREDIA** Girard.

Die Gaumenzähne bilden zwei leicht bogenförmige, mit der Convexität nach vorn und innen gerichtete, schräge Reihen, welche nach hinten zu unter stumpfem Winkel convergiren und einander mit ihren inneren Enden beinahe berühren. Die Sphenoidalzähne, die in mehrere schräge, nach hinten convergirende Reihen angeordnet sind, bilden zwei längliche, vorn beinahe an einander stossende, nach hinten zu divergirende und von einander getrennte Haufen, deren vorderes Ende durch einen beträchtlichen Zwischenraum von den Gaumenzähnen getrennt ist. Die Zunge ist gross, von elliptischer Gestalt, ruht auf einem centralen Stiele, ist also pilzförmig; da sie jedoch zugleich auch mit ihrem vordersten Zipfel an den Kinnwinkel befestigt erscheint, so ist sie nicht rundherum, sondern nur hinten und an den Seiten in beträchtlicher Ausdehnung frei. Habitus ziemlich schlank. Hautbedeckungen glatt. Parotiden fehlen, eben so auch die verticalen Hautfalten an den Seiten des Rumpfes. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 freien Zehen. Der Schwanz mässig dick, fast drehrund, am Ende zugespitzt und ohne Spur von Hautsäumen.

Synonymie.

Heredia Girard. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 140. — Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 235. — Baird in Wilkes. U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 10.

Ensatina Gray. Catal. of Amphibia II p. 48.

Nachdem Mivart, wie ich aus einer Bemerkung Cope's entnehme [1]), gefunden hat, dass die Molch-Art, welche von Gray unter dem Namen *Ensatina Eschscholtzii* beschrie-

1) Proc. Acad. Philadelph. XIX. 1867 p. 167.

ben und irriger Weise für den *Triton ensatus* Eschsch. gehalten worden ist, Sphenoidalzähne besitzt und mit *Heredia oregonensis* Girard identisch ist, entsteht die Frage, welche der beiden für die in Rede stehende Gattung und Art proponirten Benennungen zu adoptiren ist. Dem Rechte der Priorität zufolge müsste selbstverständlich der von Gray gegebene Name angenommen werden, der im Jahre 1850, also 6 Jahre vor der Girard'schen Benennung publicirt worden ist, da jedoch Gray in der Charakteristik seiner *Ensatina Eschscholtzii* ausdrücklich angiebt, dass dieser Molch keine Sphenoidalzähne besitzt, so musste Girard die ihm vorliegende Art, bei welcher Sphenoidalzähne vorhanden sind, trotz der gleichen Beschaffenheit der Zunge für neu halten und war somit vollkommen berechtigt, sie unter einem besonderen Namen zu beschreiben. Ich glaube daher, dass die von Girard gegebene Benennung ganz entschieden den Vorzug verdient, da dieser Autor die Art richtig charakterisirt hat, während in Gray's Diagnose seiner *Ensatina Eschscholtzii* in Folge der ungenauen Untersuchung eines der wichtigsten und zugleich sehr leicht wahrnehmbaren Merkmale, die Sphenoidalzähne, fortgelassen ist.

Die einzige bisher bekannte Art der Gattung *Heredia* Girard gehört der westlichen Hemisphäre an.

64. Heredia oregonensis Girard.

Heredia oregonensis Girard. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 141.
Heredia oregonensis Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 235.
Heredia oregonensis Baird in Wilkes. U. S. Exploring Expedition XX. Herpetology p. 11 pl. I f. 18—25 (anim. et os).
Ensatina Eschscholtzii Gray. Catal. of Amphibia II p. 48.

Habitat. Oregon und Californien.

18. Gattung **SPELERPES** Rafinesque.

Die Gaumenzähne bilden zwei, gewöhnlich schwach bogenförmig verlaufende, schräge Reihen, die nach hinten zu unter sehr stumpfem Winkel convergiren, und deren innere Enden einander nicht berühren. Die Sphenoidalzähne sind entweder in mehrfache Längsreihen angeordnet und bilden zwei längliche, längs der Mittellinie des Keilbeins von einander getrennte, nach hinten zu divergirende Haufen, oder aber sie sind ganz regellos gestellt und bilden nur einen einzigen Haufen; meist sind Gaumen- und Sphenoidalzähne durch einen mehr oder weniger beträchtlichen Zwischenraum von einander getrennt, zuweilen aber auch vereinigt, indem alsdann das hintere Ende jeder Gaumenzahnreihe mit dem vorderen Ende des Sphenoidalzahnhaufens derselben Seite in Berührung steht. Die Zunge variirt in der Grösse, erscheint aber stets als eine ziemlich flache, auf einem centralen Stiele ruhende Scheibe von rundlicher Gestalt, ist also pilzförmig mit rundherum freien Rändern und aller Wahrscheinlichkeit nach mehr oder weniger protractil. Habitus sehr schlank, mitunter selbst schleichenförmig. Hautbedeckungen glatt. Parotiden unsichtbar. An den Seiten des Rumpfes eine Anzahl mehr oder weniger deutlich ausgesprochener ver-

ticaler Hautfalten, die sich gewöhnlich auch auf den Schwanz fortsetzen und daselbst zuweilen nicht weniger deutlich sind, als auf dem Rumpfe. Vorderfüsse mit 4, Hinterfüsse mit 5 Zehen; die Zehen, deren Ausbildung sehr verschiedene Grade zeigt, sind bald frei, bald durch längere oder kürzere Interdigitalmembranen verbunden, bald endlich mit einander verwachsen. Der Schwanz ist ziemlich dünn, meist drehrund, selten leicht comprimirt, am Ende scharf zugespitzt und ohne eine Spur von Hautsäumen.

Synonymie.

Spelerpes Rafinesque. Atlantic Journal № 1 p. 22*. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 283. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 43. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 345.

Cylindrosoma Tschudi. Classification der Batrachier p. 93. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi.

Oedipus Tschudi. Classification der Batrachier p. 93. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 282. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 47.

Geotriton Tschudi. Classification der Batrachier p. 93. — Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 47. — D. et B. Erpétol. génér. IX p. 111. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 348.

Pseudotriton Tschudi. Classification der Batrachier p. 94. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 282. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 347.

Mycetoglossus Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi.

Saurocercus Fitzinger. Systema Reptilium I p. 34.

Batrachopsis Fitzinger. Systema Reptilium I p. 34.

Cylindrosoma part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 76.

Bolitoglossa D. et B. Erpétol. génér. IX p. 88.

Oedipina Keferstein in Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1868. I p. 299.

Ophiobatrachus Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 4 ser. II p. 297.

Unter dem Namen *Spelerpes* habe ich hier alle diejenigen *lechriodonten Salamandriden*, deren Zunge pilzförmig und rundherum frei ist, und welche fünfzehige Hinterfüsse besitzen, in eine Gattung vereinigt und sehe mich daher genöthigt, mein Verfahren, das von demjenigen sämmtlicher übrigen Autoren, welche über die Molche geschrieben haben, nicht unbedeutend abweicht, eines Nähern zu begründen. Bevor ich jedoch an die Erläuterung der von den verschiedenen Autoren ausgesprochenen Ansichten über die Gruppirung der hier in Betracht kommenden Molch-Arten gehe, muss ich noch bemerken, dass ich zur Bezeichnung der in Rede stehenden Gattung den Namen *Spelerpes* adoptirt habe, den Rafinesque, wie ich aus einer Angabe Baird's[1]) entnehme, im Jahre 1832 für einen hierher gehörigen nord-amerikanischen Molch (*Spelerpes lucifuga* Rafin. = *Salamandra longi-*

1) Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I. p. 287.

cauda Green) vorgeschlagen hat, und der folglich als der älteste den Vorzug vor allen übrigen Benennungen verdient.

Der erste Autor, dessen Anordnung ich hier zu berücksichtigen habe, ist Tschudi, der die Molche bekanntlich nach der Form des Schwanzes in zwei Familien eingetheilt und demzufolge auch die hier in Betracht kommenden Arten, die in diesem Punkte variiren und bald einen drehrunden, bald einen mehr oder weniger deutlich comprimirten Schwanz besitzen, nicht bloss in verschiedene Gattungen, sondern auch in verschiedene Familien gestellt hat. Die Arten mit drehrundem Schwanze rechnet er in seine Familie *Salamandrae* und vertheilt sie in zwei Gattungen, *Cylindrosoma* und *Oedipus*, die sich hauptsächlich durch die Beschaffenheit der Zehen von einander unterscheiden, indem die Arten der erstgenannten Gattung freie, diejenigen der letztgenannten aber durch Schwimmhäute verbundene Zehen besitzen; in ganz gleicher Weise werden auch die Arten mit mehr oder weniger deutlich comprimirtem Schwanze, welche Tschudi zu seiner Familie *Tritones* stellt, nach der Beschaffenheit der Zehen in zwei Genera vertheilt, und zwar bilden diejenigen unter ihnen, deren Zehen frei sind, die Gattung *Pseudotriton*, diejenigen dagegen, welche deutliche Interdigitalmembranen besitzen, die Gattung *Geotriton*, welche letztere zwar von Bonaparte creirt, aber von Tschudi zuerst charakterisirt worden ist. Was nun die Merkmale anbetrifft, durch welche Tschudi seine vier Genera von einander unterschieden hat, so besitzt das erste derselben, welches der Form des Schwanzes entlehnt ist, wie ich bereits mehrmals zu bemerken Gelegenheit gehabt, höchstens bei Unterscheidung von Species einigen Werth, und dem zweiten, welches Tschudi der Beschaffenheit der Zehen entnommen hat, glaube ich gleichfalls nicht den Werth eines generischen Merkmals vindiciren, sondern dasselbe höchstens bei Gruppirung der Arten innerhalb einer Gattung, also bei Aufstellung von Untergattungen, verwerthen zu können, zumal es gegenwärtig nicht einmal mit Bestimmtheit bekannt ist, ob die Schwimmhäute bei den betreffenden *Spelerpes*-Arten zeitlebens, oder, wie es bei einzelnen unserer europäischen *Triton*-Arten der Fall ist, nur in bestimmten Lebensperioden vorhanden sind.

Nichtsdestoweniger ist die Tschudi'sche Anordnung von Bonaparte adoptirt und nur in so weit etwas abgeändert worden, als dieser Gelehrte den Namen *Pseudotriton* verworfen und durch die Benennung *Mycetoglossus* ersetzt hat; eben so scheint auch Fitzinger, so weit sich aus dem Schema seiner Klassification entnehmen lässt, im Wesentlichen die Anschauungsweise Tschudi's adoptirt zu haben, jedoch ändert er die Namen *Cylindrosoma* und *Pseudotriton* in *Saurocercus* und *Batrachopsis* ab und stellt nur die letztgenannte Gattung, *Batrachopsis*, in seine Familie *Tritones*, placirt dagegen die Gattungen *Geotriton* und *Oedipus*, so wie die Untergattung *Saurocercus*, welche mit der Untergattung *Plethodon* die Gattung *Plethodon* Fitz. bildet, in seine Familie *Salamandrae*.

Baird ferner, der in seiner Abhandlung bekanntlich nur die in Nord-Amerika einheimischen Molche berücksichtigt, hat zwar die drei Gattungen Tschudi's, deren Arten der westlichen Hemisphäre angehören, gleichfalls angenommen, dieselben zugleich aber auch

durch andere, jedoch keineswegs bessere Merkmale von einander differenzirt; so unterscheidet er die Gattung *Cylindrosoma* Tsch., deren Namen er durch die ältere Benennung *Spelerpes* Rafin. ersetzt hat, von der Gattung *Pseudotriton* Tsch. ausschliesslich durch den Habitus, und zwar sollen die *Spelerpes*-Arten einen sehr schlanken Rumpf und einen sehr langen Schwanz besitzen, welcher letztere entweder eben so lang, oder länger als der Körper ist, während den *Pseudotriton*-Arten ein gedrungener Habitus und ein kürzerer, den Rumpf an Länge nie übertreffender Schwanz zugeschrieben wird, und die Gattung *Oedipus* Tsch. endlich charakterisirt Baird nicht durch die Anwesenheit der Schwimmhäute, sondern durch eine sehr eigenthümliche Bildung der Zehen, welche «dilated at the tips into sucker-like disks as in *Hyla*» sein sollen. Abgesehen von dieser höchst sonderbaren Beschaffenheit der Zehenspitzen, die meines Wissens bei keinem *Salamandriden* vorkommt und wahrscheinlich in der Weise zu erklären sein wird, dass Baird die bei abgemagerten oder leicht eingetrockneten Exemplaren häufig etwas dicker erscheinenden Zehenspitzen für haftscheibenähnliche Organe angesehen hat, sind die Gattungen *Spelerpes* und *Pseudotriton* durch so vage und unsichere Merkmale gekennzeichnet, dass es wohl schwer halten dürfte, sie für alle Fälle mit Sicherheit von einander zu unterscheiden.

Nächstdem habe ich Gray's Ansicht über die Gruppirung der hierher gehörigen Arten kurz zu erläutern, welcher Gelehrte zwar die Tschudi'schen Genera gleichfalls adoptirt, dieselben aber auf drei reducirt, indem er die Gattung *Pseudotriton* einzieht und sie als Subgenus zu seiner Gattung *Spelerpes* stellt. Als Hauptmerkmal zur Unterscheidung seiner drei Gattungen benutzt Gray die Beschaffenheit der Zehen und die An- oder Abwesenheit der Interdigitalmembranen, und zwar rechnet er alle Arten mit freien Zehen zu seiner Gattung *Spelerpes*, diejenigen dagegen, deren Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind, vertheilt er in die Gattungen *Geotriton* und *Oedipus*, die sich dadurch von einander unterscheiden, dass bei *Oedipus* die Zehen sehr kurz und sowohl an den Vorder-, als auch an den Hinterfüssen durch ganze Schwimmhäute vereinigt sind, während bei *Geotriton* die wohl entwickelten Zehen nur an den Hinterfüssen ganze Schwimmhäute besitzen.

Während Gray die hier in Betracht kommenden Arten ausschliesslich nach der Bildung der Zehen gruppirt hat, ist Duméril zu dem alten, der Form des Schwanzes entlehnten Eintheilungskriterium zurückgekehrt und hat die drei Gattungen *Cylindrosoma*, *Geotriton* und *Bolitoglossa*, in welche er die hierher gehörigen Arten vertheilt, durch die Form der Schwanzbasis und durch die Stellung der Zähne am Rachengewölbe von einander unterschieden; seine Gattung *Bolitoglossa* wird durch einen an der Basis comprimirten Schwanz charakterisirt, und die Genera *Cylindrosoma* und *Geotriton*, bei denen die Schwanzbasis als drehrund angegeben ist, sollen sich dadurch von einander unterscheiden, dass bei *Cylindrosoma* die «dents du palais en longueur uniquement», bei *Geotriton* dagegen «en travers et en long» angeordnet sind. Die Gattung *Bolitoglossa* enthält drei Arten, welche Tschudi in drei verschiedene Gattungen (*Pseudotriton*, *Cylindrosoma* und *Oedipus*) gestellt hatte, zur Gattung *Geotriton* rechnet Duméril nur die typi-

sche Art, den *Geotriton fuscus* Bonap., und die Gattung *Cylindrosoma* endlich, welcher er irriger Weise nur der Länge nach gestellte Zähne (also Sphenoidalzähne) zuspricht, besteht aus vier Arten, nämlich *Spelerpes longicauda* Green, *Spelerpes guttolineatus* Holbr., *Plethodon glutinosus* Green und *Desmognathus auriculatus* Holbr., vereinigt also Arten in sich, die durchaus verschiedenen Gattungen angehören und namentlich in der Beschaffenheit der Zunge in sehr auffallender Weise differiren.

Hallowell endlich vertheilt in seiner Monographie die hierhergehörigen Arten in drei Genera, *Spelerpes*, *Pseudotriton* und *Geotriton*, und differenzirt dieselben durch die Beschaffenheit der Zehen und durch die Stellung der Gaumen- und Sphenoidalzähne; die beiden erstgenannten Gattungen besitzen freie Zehen und unterscheiden sich von einander dadurch, dass bei *Spelerpes* die Gaumen- und Sphenoidalzähne von einander getrennt, bei *Pseudotriton* aber mit einander vereinigt sind, und die dritte Gattung *Geotriton* wird durch die Anwesenheit der Schwimmhäute charakterisirt, woher ich vermuthe, dass die *Oedipus*-Arten der anderen Autoren von Hallowell mit *Geotriton* vereinigt werden, obwohl er ihrer mit keinem Worte gedacht hat.

Schliesslich muss ich noch bemerken, dass ich auch die Gattungen *Oedipina* Keferstein und *Ophiobatrachus* Gray, welche, wie Günther[1]) mit Entschiedenheit behauptet, identisch sind, hierhergezogen habe, und zwar desshalb, weil die Merkmale, auf welche sie begründet sind, mir keineswegs so wichtig zu sein scheinen, um ihnen den Werth von Gattungsmerkmalen zu vindiciren. Diese Gattung zeichnet sich nämlich durch einen auffallend gestreckten, schleichen- oder wurmförmigen Habitus, durch kurze, stumpfe und mit einander verwachsene Zehen, so wie endlich durch die regellos über das Keilbein zerstreuten Zähnchen (deren Gray in der Charakteristik seiner Gattung *Ophiobatrachus* nicht erwähnt) aus, stimmt aber in der Stellung der Gaumenzähne, in der Beschaffenheit der Zunge[2]) und in der Zahl der Zehen vollkommen mit *Spelerpes* überein und kann daher meiner Meinung nach höchstens als Subgenus dieser letzteren Gattung aufgefasst werden; denn wollte man den Habitus, auf welchen sowohl Keferstein, als auch Gray ganz besonderes Gewicht legen, bei Aufstellung von Gattungen so weit berücksichtigen, dass man Differenzen in demselben zu generischen Merkmalen erhebt, so müssten manche ganz allgemein angenommenen Genera, noch weiter getheilt werden, wie z. B. die nächstfolgende Gattung, *Batrachoseps* Bonap., die zwei Arten enthält, von denen die eine, *Batrachoseps attenuatus* Rathke, bekanntlich eine geradezu wurmförmige Gestalt besitzt, während die andere, *Batrachoseps quadridigitatus* Holbr., keineswegs so auffallend gestreckt ist.

Mir scheint daher die Vereinigung aller derjenigen *lechriodonten Salamandriden*, deren Zunge pilzförmig und rundherum frei ist, und deren Hinterfüsse fünf Zehen besitzen, in eine einzige Gattung keineswegs unmotivirt zu sein, nur glaube ich, dass es nicht über-

---

1) Günther. Record of zool. Literature V (1868) p 131.

2) Gray bezeichnet die Zunge einfach als «circular, peltate», in der von Keferstein gegebenen Abbildung dagegen ist die Scheibe der Zunge unverhältnissmässig klein und ihr Stiel auffallend lang.

flüssig sein dürfte, die Arten, die in der Beschaffenheit der Zehen sowohl, als auch in der Stellung der Sphenoidalzähne mancherlei Verschiedenheiten darbieten, in besondere Gruppen, denen man allenfalls noch die Bedeutung von Untergattungen beilegen könnte, unterzubringen, und zwar schlage ich vor, vier solcher Gruppen anzunehmen. Die erste dieser Gruppen umfasst die Arten mit freien Zehen, deren Sphenoidalzähne in zwei längliche Haufen angeordnet und von den Gaumenzähnen getrennt sind, zur zweiten gehören die Arten mit freien Zehen, deren in zwei längliche Haufen angeordnete Sphenoidalzähne mit den Gaumenzähnen in Berührung stehen, zur dritten Gruppe rechne ich die Arten, welche Schwimmhäute zwischen den Zehen besitzen, und deren Sphenoidalzähne in zwei längliche Haufen angeordnet und von den Gaumenzähnen getrennt sind, und die vierte Gruppe endlich wird von den Arten gebildet, deren Zehen rudimentär und mit einander verwachsen sind, und deren von den Gaumenzähnen getrennte Sphenoidalzähne eine durchaus ungeordnete Vertheilung zeigen; von diesen vier Gruppen entspricht die erste der Gattung *Spelerpes* Hallow., die zweite der Gattung *Pseudotriton* Hallow., die dritte der Gattung *Geotriton* Cope [1]) und die letzte der Gattung *Oedipina* Keferst.

Was nun die Zahl der zur Gattung *Spelerpes* Rafin. gehörenden Arten anbetrifft, so beläuft sich dieselbe im Ganzen auf 18, von denen jedoch manche bei genauerer Untersuchung und Vergleichung wohl eingezogen und als blosse Varietäten erkannt werden dürften; von diesen 18 Arten kommt nur eine einzige auf der östlichen Halbkugel vor, während die übrigen 17 sämmtlich der westlichen Hemisphäre angehören.

1. Gruppe. Arten mit freien Zehen, deren Sphenoidalzähne in zwei Haufen angeordnet und von den Gaumenzähnen getrennt sind (*Spelerpes* Hallow.).

*** 65. Spelerpes longicauda** Green.

Salamandra longicauda Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. I p. 351.
Salamandra longicauda Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 61 pl. XIX (anim.)

Habitat. Massachusetts, New York, New Jersey, Pensylvanien, Ohio und Kentucky.

66. Spelerpes guttolineatus Holbrook.

Salamandra guttolineata Holbrook. N. A. Herpetology. 1 Edit. II p. 61 pl. XII (anim.).
Salamandra guttolineata Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 29 pl. VII (anim.).

Habitat. Süd-Carolina.

67. Spelerpes bilineatus Green.

Salamandra bislineata Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. I p. 352.
Salamandra bilineata Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 55 pl. XVI (anim.).

Habitat. Von Massachusetts südwärts bis Süd-Carolina und westwärts bis Ohio.

68. Spelerpes cirrigerus Green.

Salamandra cirrigera Green. Journ. Acad. Philadelph. 1 ser. VI p. 253*.
Salamandra cirrigera Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 53 pl. XV (anim.).

Habitat. Louisiana und Mississippi.

---

1) Proc. Acad. Philadelph. XII. 1860 p. 373.

69. Spelerpes chiropterus Cope.

Spelerpes chiropterus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XV. 1863 p. 54.

Habitat. Mexico (Orizaba und Vera-Cruz).

70. Spelerpes orculus Cope.

Spelerpes orculus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XVII. 1865 p. 196, XVIII. 1866 p. 132.

Habitat. Mexico (Orizaba und Vera-Cruz).

71. Spelerpes cephalicus Cope.

Spelerpes cephalicus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XVII. 1865 p. 196.

Habitat. Mexico.

72. Spelerpes lineolus Cope.

Spelerpes lineolus Cope. Proc. Acad. Philadelph. XVII. 1865 p. 197.

Habitat. Mexico (Orizaba und Vera-Cruz).

2. Gruppe. Arten mit freien Zehen, deren Sphenoidalzähne in zwei Haufen angeordnet sind und mit den Gaumenzähnen in Berührung stehen (*Pseudotriton* Hallow.).

***73. Spelerpes ruber** Daudin.

Salamandra rubra Daudin. Histoire des Reptiles VIII p. 227 pl. XCVII f. 2 (anim.).

Salamandra rubra Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 35 pl. IX (anim.).

Habitat. Die atlantischen Staaten der nord-amerikanischen Union von Massachusetts südlich bis Florida und westlich bis zum Alleghany-Gebirge.

74. Spelerpes salmoneus Storer in litt.

Salamandra salmonea Holbrook. N. A. Herpetology. 1 Edit. III p. 101 pl. XXII (anim.).

Salamandra salmonea Holbrook. N. A. Herpetology. 2[d] Edit. V p. 33 pl. VIII (anim.).

Habitat. Vermont, Massachusetts, New York, Pensylvanien und Süd-Carolina.

75. Spelerpes marginatus Hallowell.

Pseudotriton marginatus Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 130.

Habitat. Georgia (Liberty County).

76. Spelerpes flavissimus Hallowell.

Pseudotriton flavissimus Hallowell. Proc. Acad. Philadelph. VIII. 1856 p. 130.

Habitat. Georgia (Liberty County).

3. Gruppe. Arten mit Schwimmhäuten zwischen den Zehen, deren Sphenoidalzähne in zwei geschiedene Gruppen angeordnet und von den Gaumenzähnen getrennt sind (*Geotriton* Cope).

77. Spelerpes fuscus Bonaparte.

Geotriton fuscus Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. tab. LXXXIV f. 4 (anim.).

Geotriton fuscus Betta. Monogr. d. Amfibi Urodeli italiani p. 38.

Salamandra Genei Schlegel. Abbild. neuer od. unvollst. bekannt. Amphibien p. 122 tab. XXXIX f. 5—7 (anim.).

Geotriton fuscus D. et B. Erpétol. génér. IX p. 112 pl. XCIII f. 2, CII f. 1 (os et cr.).

Habitat. Italien, Sardinien und nach Hallowell[1]) auch Spanien.

1) Journ. Acad. Philadelph. 2[d] ser. III. p. 349.

78. Spelerpes Bellii Gray.

Spelerpes Bellii Gray. Catal. of Amphibia II p. 46.

Spelerpes Bellii Cope. Proc. Acad. Philadelph. XII. 1860 p. 372.

Bolitoglossa mexicana part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 93 pl. CIV f. 2 (anim.).

Habitat. Mexico (Oaxaca, Vera-Cruz, Jalapa).

***79. Spelerpes variegatus** Gray.

Oedipus variegatus Gray. Catal. of Amphibia II p. 48.

Geotriton carbonarius Cope. Proc. Acad. Philadelph. XII. 1860 p. 373.

Bolitoglossa mexicana part. D. et B. Erpétol. génér. IX p. 93 pl. CI f. 4, CIV f. 1 (cr. et anim.).

Habitat. Mexico (Orizaba, Vera-Cruz, Jalapa) und Guatemala (Dolores peten und Vera-Paz).

80. Spelerpes Salvinii Gray.

Oedipus Salvinii Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 4 ser. II p. 297.

Habitat. Guatemala.

81. Spelerpes adspersus Peters.

Spelerpes (Oedipus) adspersus Peters. Berliner Monatsberichte 1863 p. 468.

Habitat. Neu-Granada (Bogota).

4. Gruppe. Arten mit rudimentären und verwachsenen Zehen, deren Sphenoidalzähne regellos über das Keilbein zerstreut und von den Gaumenzähnen getrennt sind (*Oedipina* Keferst.).

82. Spelerpes uniformis Keferstein.

Oedipina uniformis Keferstein in Wiegmann's Archiv. f. Naturgesch. 1868. I p. 299 tab. IX f. 8, 9 (anim. et os).

Ophiobatrachus vermicularis Gray. Ann. and Mag. Nat. Hist. 4 ser. II p. 298.

Habitat. Costa Rica.

19. Gattung **BATRACHOSEPS** Bonaparte.

Die Gaumenzähne bilden zwei kurze, leicht bogenförmig verlaufende schräge Reihen, die nach hinten zu unter sehr stumpfem Winkel convergiren, und deren innere Enden deutlich von einander getrennt sind. Die Sphenoidalzähne sind in zwei nach hinten leicht divergirende und längs der Mitte des Keilbeines von einander geschiedene Haufen angeordnet, deren vordere Enden die Gaumenzahnreihen nicht berühren. Die Zunge stellt eine rundliche, auf einem ziemlich langen centralen Stiele sitzende Scheibe vor, ist also pilzförmig und an allen Rändern frei. Habitus bald sehr schlank, bald geradezu schleichen- oder wurmförmig. Hautbedeckungen glatt. Parotiden unsichtbar. Am Rumpfe und eben so auch am Schwanze eine Anzahl verticaler Hautfalten, welche nur die Rückenmitte frei lassen und dem Thiere ein sehr deutlich geringeltes Aussehen verleihen. Sowohl die Vorder-, als auch die Hinterfüsse mit 4 Zehen, die mehr oder weniger kurz und verkümmert sind. Der

Schwanz fast drehrund, nur gegen das ziemlich scharf zugespitzte Ende mehr oder weniger deutlich comprimirt und ohne Spur von Hautsäumen.

Synonymie.

Batrachoseps Bonaparte. Iconogr. d. Fauna italica. Amfibi. — Baird. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. I p. 283. — Gray. Catal. of Amphibia II p. 42. — Hallowell. Journ. Acad. Philadelph. 2d ser. III p. 348.

Die beiden Arten dieser Gattung gehören der westlichen Hemisphäre an.

*83. **Batrachoseps attenuatus** Rathke.

Salamandrina attenuata Rathke in Eschscholtz. Zoologischer Atlas. Heft V p. 1. tab. XXI f. 1—14 (anim., os et cr.).

Habitat. Californien.

84. **Batrachoseps quadridigitatus** Holbrook.

Salamandra quadridigitata Holbrook. N. A. Herpetology. 2d Edit. V p. 65 pl. XXI (anim.).

Habitat. Süd-Carolina, Georgia und Florida.

Ueberblick über die geographische Verbreitung der Salamandriden.

Die Vertheilung der *Salamandriden* über den Erdball, die ich hier am Schlusse meiner Abhandlung kurz zu erläutern beabsichtige, ist zwar vor wenigen Jahren bereits von Dr. Jaeger[1]) behandelt worden, da jedoch dieser Gelehrte aus mir nicht näher bekannten Gründen einen grossen Theil der einschlagenden Literatur gänzlich unberücksichtigt gelassen hat und daher zu theilweise völlig irrigen Resultaten gelangt ist, so dürfte eine neue, auf ein umfassenderes Material basirte Bearbeitung des genannten Gegenstandes keineswegs überflüssig erscheinen.

1) Das Ausland. Vierzigster Jahrgang. 1867, p. 121—125.

Bevor ich jedoch die Resultate, zu denen ich beim Studium der geographischen Verbreitung der Molche gelangt bin, der wissenschaftlichen Welt zur Beurtheilung vorlege, scheint es mir nothwendig, mit wenigen Worten auch der Ansichten, welche Dr. Jaeger in Bezug auf diesen Gegenstand in seinem Aufsatze geäussert hat, zu gedenken, nur muss ich selbstverständlich von den Fischmolchen, deren Verbreitung der genannte Verfasser gleichfalls besprochen, absehen, da ich diese Thiere wegen Mangels an dem betreffenden Material nicht mit in den Kreis meiner Untersuchungen habe ziehen können.

Dr. Jaeger, der die *Salamandriden* nach irgend welchen mir nicht bekannten Merkmalen, oder vielleicht auch nur nach der Lebensweise in zwei Gruppen, nämlich in Wassersalamander oder *Tritonen* und in Landsalamander eintheilt, giebt an, dass diese Thiere drei Bezirke oder, wie er sich ausdrückt, Nester bewohnen, die sämmtlich auf der nördlichen Hemisphäre gelegen und durch grosse Land- oder auch Wasserstrecken von einander geschieden sind. Das erste dieser drei Nester liegt in Nord-Amerika und erstreckt sich auf die atlantischen Staaten der Union, das Stromgebiet des Mississippi, so wie auf einen kleinen Theil von Mexico, das zweite Nest wird von Europa, mit Ausschluss des russischen Reiches, so wie vom westlichen Theile des Nordrandes von Afrika gebildet und das dritte endlich umfasst das japanische Inselreich nebst einem kleinen Theile der Küste von China. Ueber die Zahl der in jedem dieser drei Nester oder Bezirke vorkommenden Arten, so wie über ihre Vertheilung innerhalb derselben lässt sich der Verfasser nur in sehr allgemeinen Ausdrücken aus und bemerkt, dass die Wassersalamander in grösster Einförmigkeit über alle drei Bezirke vertheilt sind, während die Landsalamander je nach den Bezirken generische Trennung zeigen, Angaben, über deren Richtigkeit sich leider schon desshalb kaum ein Urtheil fällen lässt, weil es absolut nicht zu eruiren ist, welche Formen von Molchen nach seiner Ansicht zur Gruppe der Wassermolche gehören. Ferner behauptet Dr. Jaeger mit Entschiedenheit, dass die *Salamandriden* ausschliesslich auf die drei von ihm umschriebenen Bezirke beschränkt sind und weder auf dem ausgedehnten asiatischen Festlande, noch auch an der Westküste Nord-Amerika's vorkommen, und nimmt, um den höchst sonderbaren, ich möchte sagen zerrissenen, Verbreitungsbezirk einer Thiergruppe, deren Repräsentanten einander im Ganzen so ausserordentlich ähnlich und nahe verwandt sind, zu erklären, zu einer mehr als gewagten Hypothese seine Zuflucht.

Nachdem er nämlich gezeigt hat, dass die Fischmolche, sowohl die *Perennibranchiaten*, als auch die *Derotremen*, gleichfalls nur in den drei oben angegebenen Nestern oder Bezirken einheimisch sind, sucht er die eigenthümliche Beschaffenheit des Verbreitungsbezirkes der geschwänzten *Amphibien* durch folgende Betrachtungen zu erklären: «Es gab eine Zeit, wo nur *Perennibranchiaten* und *Derotremen* ein Land bewohnten, dessen einer Zipfel Japan, dessen anderer Europa und dessen dritter Ost-Amerika war. Ueber dieses Salamanderland brach ein geologisches Ereigniss herein, welches die sämmtlichen *Perennibranchiaten* und *Derotremen* bis auf die, welche in den drei äussersten Zipfeln wohnten, vernichtete. Dann begann eine neue Zeit, welche alle diese Landstriche wieder für Salamander bewohnbar

machte, und jetzt entstanden dort, und zwar wahrscheinlich in der Nähe des Knotenpunktes, aus einer einzigen Wurzel die Wassersalamander, *Tritonen*. Ein ähnliches geologisches Ereigniss beschwor auch über sie eine Katastrophe herauf, die damit endete, dass nur die Bewohner der drei Südspitzen übrig blieben. Von jetzt an kam es zu keinem Zusammenhang dieser drei Salamandergebiete, aber in jedem derselben entwickelten sich aus einheimischen Wassersalamandern einheimische Landsalamander. Wir hätten also in der Geschichte der Salamander drei Hauptepochen: 1) Zeit der *Perennibranchiaten* und *Derotremen*, 2) Tritonenzeit und 3) Zeit der Erdsalamander, und getrennt würden diese drei Perioden durch zweimaliges Unbewohnbarwerden eines Nordpolarlandes, das Europa, Japan und Ost-Amerika vereinigte.»

Ohne mich weiter auf eine Kritik der Jaeger'schen Auffassung einzulassen, bemerke ich nur, dass seine Darstellung, so weit sie sich auf den Verbreitungsbezirk der *Salamandriden* bezieht, eine durchaus irrige ist und, wie ich schon weiter oben gesagt habe, auf einer sehr mangelhaften Benutzung der einschlagenden Literatur beruht; namentlich ist es höchst auffallend, dass der genannte Autor das Vorkommen der *Salamandriden* an der Westküste von Nord-Amerika durchaus leugnet, während doch bekanntlich schon Eschscholtz, und zwar vor nahezu 40 Jahren, in Californien mehrere Molch-Arten entdeckt und beschrieben hat. Ueberhaupt scheint Dr. Jaeger nicht einmal die Hauptwerke, welche wir über die Ordnung der *Urodelen* besitzen, berücksichtigt zu haben, denn hätte er z. B. den von Dr. J. E. Gray herausgegebenen, seines niedrigen Preises wegen Allen zugänglichen Amphibien-Catalog des British Museum [1]) zur Hand genommen, so wäre es ihm sicherlich nicht entgangen, dass schon im Jahre 1850, also 17 Jahre bevor er seinen hier besprochenen Artikel geschrieben, nicht weniger als 6 an der Westküste von Nord-Amerika, und zwar in Californien und Oregon, einheimische Molch-Arten bekannt waren, deren Zahl seitdem allmählich so gewachsen ist, dass gegenwärtig die beiden durch das Felsengebirge von einander getrennten Theile des nord-amerikanischen oder neoarctischen Faunengebietes hinsichtlich der Zahl der in ihnen vorkommenden *Salamandriden*-Arten einander nur wenig nachstehen.

Was nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die geographische Verbreitung der *Salamandriden* anbetrifft, so habe ich gefunden, dass diese Geschöpfe in ihrem Vorkommen, wie Dr. Jaeger ganz richtig angegeben hat, zwar ausschliesslich auf die nördlich vom Aequator gelegenen Gegenden beschränkt sind, daselbst aber alle warmen, gemässigten und selbst kälteren Landstriche beider Hemisphären, der westlichen und der östlichen, bewohnen. Die Polargrenze ihres Verbreitungsbezirkes, die sicherlich in hohen Breiten zu suchen ist, lässt sich nach den vorhandenen Daten nicht einmal annäherungsweise bestimmen, die Aequatorialgrenze dagegen ist wenigstens stellenweise bekannt, und zwar liegt der südlichste Punkt, an welchem auf der westlichen Halbkugel noch Molche beobachtet

1) Gray. Catal. of Amphibia II. London 1850.

worden sind, in Neu-Granada, also etwa unter dem 5° n. Br., während auf der östlichen Halbkugel der Norden der Algérie (etwa der 36° n. Br.) und, falls die Fundortsangabe von *Amblystoma persimile* sich als richtig erweisen sollte, das Königreich Siam (etwa der 15° n. Br.) solche Grenzpunkte bilden. Dieser allerdings noch sehr mangelhaft umgrenzte Verbreitungsbezirk der Molche, der den grössten Theil der auf der nördlichen Hemisphäre vorhandenen Ländermasse umfasst und im Süden grösstentheils durch Meere oder durch wasserlose Wüsten natürlich begrenzt wird, entspricht zweien von den 6 gegenwärtig allgemein angenommenen Faunengebieten, nämlich dem palaeoarctischen und dem neoarctischen, und lässt sich bei alleiniger Berücksichtigung der *Salamandriden* in 4 scharf geschiedene und durch das Vorkommen von eigenthümlichen Arten charakterisirte Bezirke eintheilen, von denen je 2 auf jedes der beiden genannten Faunengebiete entfallen. Die beiden Bezirke des palaeoarctischen Gebietes werden durch die aralo-caspischen Steppen von einander geschieden, und zwar ist die Scheidung eine sehr vollkommene, indem beide so getrennten Bezirke nicht bloss keine einzige gemeinschaftliche Species besitzen, sondern auch durch das Auftreten von völlig verschiedenen Gattungen ausgezeichnet sind; die Grenzscheide zwischen den beiden Bezirken des neoarctischen Gebietes hingegen wird vom Felsengebirge gebildet und ist bei Weitem nicht so vollständig, denn erstens kennt man zur Zeit bereits eine Art, *Amblystoma mavortium*[1]) welche das Grenzgebirge überschreitet und sowohl im westlichen, als auch im östlichen Bezirke vorkommt, und zweitens sind die 7 für dieses Faunengebiet charakteristischen Genera in ihren Arten nicht, wie auf der östlichen Halbkugel, auf einen der beiden Bezirke beschränkt, sondern 3 unter ihnen besitzen zu beiden Seiten des Felsengebirges Repräsentanten.

Auf diese 4 Bezirke, welche ich mit den Namen des circummediterranen, des asiatischen, des pacifischen und des atlantischen zu bezeichnen vorschlagen möchte, vertheilen sich die 84 gegenwärtig bekannten Arten der Familie *Salamandrida* in folgender Weise:

---

1) Vielleicht gehört auch das im nördlichen Theile des Felsengebirges entdeckte *Amblystoma aterrimum* beiden hier unterschiedenen Bezirken an, jedoch lässt sich diese Frage, da die Fundortsangabe zu unbestimmt lautet, zur Zeit nicht mit Bestimmtheit beantworten.

Palaeoarctisches Faunengebiet.		Neoarctisches Faunengebiet.	
Circummediterraner Bezirk.	**Asiatischer Bezirk.**	**Pacifischer Bezirk.**	**Atlantischer Bezirk.**
1) *Salamandra maculosa.*	16) *Triton pyrrhogaster.*	19) *Triton torosus.*	14) *Triton viridescens.*
2) » *atra.*	17) » *chinensis.*	20) » *laevis.*	29) *Amblystoma talpoideum.*
3) *Pleurodeles Waltlii.*	24) *Ellipsoglossa nebulosa.*	35) *Amblystoma mexicanum.*	30) » *opacum.*
4) *Bradybates ventricosus.*	25) » *naevia.*	36) » *mavortium.*	31) » *punctatum.*
5) *Triton cristatus.*	26) *Isodactylium Schrenckii.*	42) » *macrodactylum.*	32) » *conspersum.*
6) » *Karelinii.*	27) » *Wosnessenskyi.*	43) » *paroticum.*	33) » *bicolor.*
7) » *longipes.*	28) *Onychodactylus japonicus.*	44) » *aterrimum.*	34) » *tigrinum.*
8) » *marmoratus.*	49) *Amblystoma persimile.*	45) » *tenebrosum.*	36) » *mavortium.*
9) » *ophryticus.*	50) *Ranodon sibiricus.*	51) *Dicamptodon ensatus.*	37) » *obscurum.*
10) » *alpestris.*		53) *Plethodon flavipunctatus.*	38) » *xiphias.*
11) » *taeniatus.*		55) » *intermedius.*	39) » *trisruptum.*
12) » *vittatus.*		56) » *croceater.*	40) » *Jeffersonianum.*
13) » *helveticus.*		61) *Anaides lugubris.*	41) » *platineum.*
15) » *platycephalus.*		63) *Hemidactylium pacificum.*	46) » *texanum.*
18) » *Poireti.*		64) *Heredia oregonensis.*	47) » *cingulatum.*
21) *Chioglossa lusitanica.*		69) *Spelerpes chiropterus.*	48) » *microstomum.*
22) » *crocata.*		70) » *orculus.*	52) *Plethodon glutinosus.*
23) *Salamandrina perspicillata.*		71) » *cephalicus.*	54) » *erythronotus.*
77) *Spelerpes fuscus.*		72) » *lineolus.*	57) *Desmognathus niger.*
		78) » *Bellii.*	58) » *fuscus.*
		79) » *variegatus.*	59) » *Haldemanni.*
		80) » *Salvinii.*	60) » *auriculatus.*
		81) » *adspersus.*	62) *Hemidactylium scutatum.*
		82) » *uniformis.*	65) *Spelerpes longicauda.*
		83) *Batrachoseps attenuatus.*	66) » *guttolineatus.*
			67) » *bilineatus.*
			68) » *cirrigerus.*
			73) » *ruber.*
			74) » *salmoneus.*
			75) » *marginatus.*
			76) » *flavissimus.*
			84) *Batrachoseps quadridigitatus.*
19 Arten.	9 Arten.	25 Arten.	32 Arten.

Der circummediterrane Bezirk, der Europa mit Ausschluss des hohen Nordens, den westlichen Theil der Nordküste von Afrika, so wie Armenien, Transkaukasien und das nördliche Persien umfasst, wird im Ganzen von 19 Molch-Arten bewohnt und lässt sich entsprechend den drei das Mittelmeer begrenzenden Welttheilen in drei Provinzen eintheilen, die zwar manche Arten mit einander gemein haben, von denen aber jede, wie die nachstehende Uebersicht lehrt, auch durch das Vorkommen eigenthümlicher, ausschliesslich ihr angehörender Arten ausgezeichnet ist.

Europaeische Provinz.	Afrikanische Provinz.	Asiatische Provinz.
1) *Salamandra maculosa.*	1) *Salamandra maculosa.*	5) *Triton cristatus.*
2) » *atra.*	3) *Pleurodeles Waltlii.*	6) » *Karelinii.*
3) *Pleurodeles Waltlii.*	18) *Triton Poireti.*	7) » *longipes.*
4) *Bradybates ventricosus.*		9) » *ophryticus.*
5) *Triton cristatus.*		11) » *taeniatus.*
8) » *marmoratus.*		
10) » *alpestris.*		
11) » *taeniatus.*		
12) » *vittatus.*		
13) » *helveticus.*		
15) » *platycephalus.*		
21) *Chioglossa lusitanica.*		
22) » *crocata.*		
23) *Salamandrina perspicillata.*		
77) *Spelerpes fuscus.*		

Unter diesen drei Provinzen ist die afrikanische, welche den Küstenstrich der Algérie und die Nordspitze des marokkanischen Reiches umfasst, die an Arten ärmste, besitzt aber doch in dem ausschliesslich in Algerien einheimischen *Triton Poireti* eine charakteristische Form; die beiden anderen bisher in Afrika beobachteten Molch-Arten kommen zugleich auch in Europa vor, und zwar findet sich der bei Tanger lebende *Pleurodeles Waltlii* auf der pyrenaeischen Halbinsel, deren Fauna ja bekanntlich in so vielen Beziehungen mit derjenigen des nahe gelegenen Marokko übereinstimmt, während *Salamandra maculosa* einen grossen Theil von Europa bewohnt und mit zu den am weitesten verbreiteten Molch-Arten des circummediterranen Bezirkes gehört.

Nicht viel reicher an Arten ist auch die asiatische Provinz, da jedoch von derselben zur Zeit nur ein kleiner Theil, nämlich Armenien, Transkaukasien und die nördlichen am Caspischen Meere gelegenen Gegenden Persiens, auf das Vorkommen von *Salamandriden* einigermaassen untersucht ist, so lässt sich wohl mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass die Zahl der in dieser Provinz einheimischen Molch-Arten mit der Zeit noch wachsen wird, namentlich, wenn diejenigen Länder Vorder-Asiens, welche, wie z. B. Kleinasien, alle

Bedingungen für die Existenz dieser Thiere darzubieten scheinen, genauer erforscht sein werden. Von den 5 gegenwärtig bekannten Arten der in Rede stehenden Provinz bewohnen zwei, *Triton Karelinii* und *longipes*, das nördliche Persien, gleichfalls zwei, *Triton cristatus* und *ophryticus*, finden sich in Transkaukasien und die fünfte, *Triton taeniatus*, ist in Armenien beobachtet worden; die beiden persischen Arten, so wie *Triton ophryticus* sind dieser Provinz eigenthümlich, *Triton cristatus* und *taeniatus* dagegen gehören Europa an und sind bekanntlich die beiden am weitesten verbreiteten Molch-Arten des in Rede stehenden Bezirkes, welche in Transkaukasien und Armenien die Ostgrenze ihres Verbreitungsbezirkes erreichen.

Die dritte oder europaeische Provinz endlich, welche das grösste Areal zeigt und ganz Europa, den höchsten Norden ausgenommen, umfasst, besitzt auch eine sehr reiche *Salamandriden*-Fauna, und zwar nimmt die Zahl der Arten von Norden nach Süden in sehr auffallender Weise zu. Während nämlich Nord-Europa, d. h. England, Skandinavien und der unter gleichen Breiten gelegene Theil des russischen Reiches, nur von 5 *Triton*-Arten (*Tr. cristatus*, *alpestris*, *taeniatus*, *vittatus* und *helveticus*) bewohnt wird, steigt die Zahl der Arten in Mittel-Europa durch Hinzukommen von *Salamandra maculosa*, *atra* und *Triton marmoratus* auf 8 und beträgt in Süd-Europa 15, da auf den drei süd-europaeischen Halbinseln sämmtliche Molch-Arten der europaeischen Provinz vorkommen. Eine ganz ähnliche Zunahme der Arten findet auch von Ost nach West statt, und zwar lässt sich dieselbe in jeder der drei soeben angenommenen Zonen leicht nachweisen. Was zuerst die nördliche Zone anbetrifft, so leben im Osten derselben, d. h. im nördlichen Russland, nur zwei Molch-Arten (*Triton cristatus* und *taeniatus*), in Skandinavien beträgt die Zahl derselben bereits drei, indem *Triton alpestris* hinzukommt, und in England steigt sie auf vier (*Triton cristatus*, *taeniatus*, *vittatus* und *helveticus*); eben so finden wir im Osten der mittleren Zone, d. h. in Mittel- und Süd-Russland, nur zwei Arten (*Triton cristatus* und *taeniatus*), deren Zahl sich im Centrum von Europa auf sechs steigert (die beiden genannten, nebst *Salamandra maculosa*, *atra*, *Triton alpestris* und *helveticus*), und in Frankreich sogar neun beträgt, da zu den 6 genannten Arten noch *Triton marmoratus*, *vittatus* und eine mehr südliche Form, *Triton platycephalus*, hinzukommen. In der südlichen Zone endlich tritt diese Zunahme der Arten von Ost nach West gleichfalls recht deutlich zu Tage, jedoch muss von vornherein bemerkt werden, dass bei genauerer Erforschung der türkischen sowohl, als auch der griechischen Fauna die Zahl der auf der östlichen oder osmannischen Halbinsel einheimischen Molch-Arten, die gegenwärtig unverhältnissmässig gering ist und 2, höchstens 3 beträgt, sich wohl noch beträchtlich vergrössern dürfte. Des besseren Ueberblicks wegen lasse ich hier die Verzeichnisse der auf jeder der drei süd-europaeischen Halbinseln bisher beobachteten *Salamandriden*-Arten folgen.

Pyrenaeische Halbinsel.	Italische Halbinsel.	Osmannische Halbinsel.
1) *Salamandra maculosa.*	1) *Salamandra maculosa.*	1) *Salamandra maculosa.*
3) *Pleurodeles Waltlii.*	2) » *atra.*	11) *Triton taeniatus.*
4) *Bradybates ventricosus.*	5) *Triton cristatus.*	23) *Salamandrina perspicillata.*
8) *Triton marmoratus.*	10) » *alpestris.*	
11) » *taeniatus.*	11) » *taeniatus.*	
13) » *helveticus.*	15) » *platycephalus.*	
15) » *platycephalus.*	23) *Salamandrina perspicillata.*	
21) *Chioglossa lusitanica.*	77) *Spelerpes fuscus.*	
22) » *crocata?*		
77) *Spelerpes fuscus.*		

Hiernach besitzt also nur die pyrenaeische Halbinsel besondere, ihr ausschliesslich eigenthümliche Arten, wie namentlich *Pleurodeles Waltlii*, *Bradybates ventricosus*, *Chioglossa lusitanica* und vielleicht auch *Chioglossa crocata*, deren genauer Fundort zur Zeit übrigens noch unbekannt ist, während auf der an Arten kaum ärmeren italischen Halbinsel keine derartige Formen vorkommen, jedoch bedarf dieser Mangel an charakteristischen Arten in Italien noch sehr der Bestätigung, indem das Vorkommen der bisher ganz allgemein für specifisch italienisch gehaltenen Molch-Arten, der *Salamandrina perspicillata* und des *Spelerpes fuscus*, ausserhalb Italiens, und zwar der ersteren in Dalmatien (nach Gray) und des letzteren in Spanien (nach Hallowell) keineswegs mit vollkommener Sicherheit festgestellt ist.

Aus den vorstehenden Betrachtungen über die Verbreitung der Molch-Arten Europa's ergiebt sich, dass einige derselben allerdings sehr weit verbreitet sind, dass aber bei Weitem die Mehrzahl auf engere Verbreitungsbezirke angewiesen ist, und zwar lassen sich die 15 bisher bekannten europaeischen *Salamandriden*-Arten, ihrem Vorkommen nach, in drei Kategorien unterbringen, nämlich in solche, welche, wie die beiden *Salamandra*-Arten, *Triton cristatus*, *alpestris* und *taeniatus*, fast über ganz Europa verbreitet sind und z. Th. sogar nach Asien und Afrika hinübergehen, ferner in solche, welche ausschliesslich dem Süden angehören, wie *Pleurodeles Waltlii*, *Bradybates ventricosus*, *Triton platycephalus*, die beiden *Chioglossa*-Arten, *Salamandrina perspicillata* und *Spelerpes fuscus*, und endlich in solche, deren Wohngebiet zwar von Nord nach Süd mehr oder weniger ausgedehnt, zugleich aber auf die westlichen Länder Europa's beschränkt ist; zu dieser letzten, jedenfalls sehr merkwürdigen Kategorie gehören, soweit gegenwärtig bekannt, drei Arten, nämlich *Triton marmoratus*, der nur in Frankreich, Spanien und Portugal einheimisch ist, *Triton vittatus*, eine ausschliesslich in England und Frankreich lebende Form, und *Triton helveticus*, dessen Verbreitungsbezirk sich von England über Belgien und Frankreich südwärts bis Portugal und ostwärts bis in die Schweiz und in's südliche Würtemberg erstreckt.

Der zweite Bezirk des palaeoarctischen Faunengebietes, der asiatische, welcher das südliche Sibirien, den Süden Kamtschatka's, Japan, so wie Theile von China und Siam um-

fasst und in salamandrologischer Beziehung noch sehr ungenügend bekannt ist, wird im Ganzen von 9 Molch-Arten bewohnt und lässt sich in drei Provinzen eintheilen, von denen jede durch das Vorkommen besonderer, nur ihr eigenthümlicher Arten ausgezeichnet ist. Zu der ersten dieser drei Provinzen, der westlichen, gehören die Gegenden zwischen den aralo-caspischen Steppen und dem Baikal-See, die zweite oder östliche erstreckt sich von dem genannten See östlich bis nach Kamtschatka und südlich bis an die chinesische Grenze, und die dritte oder südliche endlich umfasst das japanische Inselreich, so wie die betreffenden Theile von China und Siam, vorausgesetzt, dass in dem letztgenannten Lande wirklich Molche vorkommen; auf diese drei Provinzen vertheilen sich die 9 Molch-Arten in folgender Weise:

West-Sibirien.	**Ost-Sibirien.**	**Japan, China, Siam.**
50) *Ranodon sibiricus.*	26) *Isodactylium Schrenckii.*	16) *Triton pyrrhogaster.*
	27) » *Wosnessenskyi.*	17) » *chinensis.*
		24) *Ellipsoglossa nebulosa.*
		25) » *naevia.*
		28) *Onychodactylus japonicus.*
		49) *Amblystoma persimile.*

Es nehmen also auch in diesem Bezirke die Arten von Norden nach Süden an Zahl zu, denn während aus West- und Ost-Sibirien nur drei Molch-Arten bekannt sind, kennt man deren aus der südlichen Provinz bereits sechs, von Osten nach Westen dagegen findet in der Arten-Zahl eine entschiedene Abnahme statt, indem die westliche Provinz nur eine einzige Art, *Ranodon sibiricus*, aufzuweisen hat, in der östlichen und südlichen hingegen, welche beide nahezu zwischen den gleichen Meridianen liegen, sich deren acht finden. Ueber die Verbreitung der einzelnen Arten lässt sich zur Zeit nur wenig sagen, sie besitzen durchweg ziemlich beschränkte Verbreitungsbezirke, denn es giebt keine Art, welche zweien der von mir angenommenen Provinzen gemeinschaftlich zukäme, ja selbst die Gattungen sind je nach den Provinzen verschieden. Die einzige bisher in West-Sibirien beobachtete Molch-Art, der merkwürdige *Ranodon sibiricus*, bewohnt die Kirgisensteppe, namentlich die Gegend von Semipalatinsk und von Kopal, und dringt bis nach Chuldsha im nordwestlichen China vor; von den beiden ost-sibirischen Molchen gehört *Isodactylium Wosnessenskyi* ausschliesslich der Halbinsel Kamtschatka an, während *Isodactylium Schrenckii* im Amurlande und in Transbaikalien einheimisch ist, und unter den sechs Arten der südlichen Provinz sind vier, nämlich *Triton pyrrhogaster*, die beiden *Ellipsoglossa*-Arten und *Onychodactylus japonicus* bisher mit Bestimmtheit nur in Japan beobachtet worden, *Triton chinensis* stammt aus der Gegend von Ningpo in China und *Amblystoma persimile* endlich soll in Siam gefangen worden sein.

Während die beiden Bezirke des palaeoarctischen Faunengebietes in salamandrologischer Beziehung wenig Uebereinstimmung mit einander zeigen und nicht bloss von durch-

aus verschiedenen Arten, sondern mit Ausnahme des cosmopolitischen Genus *Triton* auch von völlig verschiedenen Gattungen bewohnt sind, zeigen die beiden Bezirke des neoarctischen Faunengebietes eine sehr grosse Verwandschaft zu einander, indem dieselben nicht bloss eine oder möglicherweise selbst zwei Arten mit einander gemein haben, sondern indem, wie schon bemerkt, auch ein grosser Theil der in diesem Gebiete vorkommenden Gattungen in beiden Bezirken Vertreter besitzt.

Der westliche oder pacifische Bezirk des neoarctischen Faunengebietes, der sich vom 50 bis zum 5° n. Br. erstreckt und die ganze Westküste Nord-Amerika's, so wie Mittel-Amerika und den nördlichen Theil der Republik Neu-Granada umfasst, wird im Ganzen von 25 Molch-Arten bewohnt und lässt sich in zwei Provinzen, eine nördliche und eine südliche, eintheilen, von denen jede gleichfalls durch das Vorkommen besonderer, ihr ausschliesslich eigenthümlicher Species ausgezeichnet ist. Auf diese beiden Provinzen, von denen die nördliche die Territorien Washington, Oregon, Californien, Utah und Neu-Mexico, so wie die Vancouver Insel umfasst, während die südliche sich von Mexico über die kleinen centro-amerikanischen Republiken nach Neu-Granada erstreckt, vertheilen sich die 25 *Salamandriden*-Arten in folgender Weise:

Nördliche Provinz.	Südliche Provinz.
19) *Triton torosus.*	35) *Amblystoma mexicanum.*
20) » *laevis.*	69) *Spelerpes chiropterus.*
36) *Amblystoma mavortium.*	70) » *orculus.*
42) » *macrodactylum.*	71) » *cephalicus.*
43) » *paroticum.*	72) » *lineolus.*
44) » *aterrimum.*	78) » *Bellii.*
45) » *tenebrosum.*	79) » *variegatus.*
51) *Dicamptodon ensatus.*	80) » *Salvinii.*
53) *Plethodon flavipunctatus.*	81) » *adspersus.*
55) » *intermedius.*	82) » *uniformis.*
56) » *croceater.*	
61) *Anaides lugubris.*	
63) *Hemidactylium pacificum.*	
64) *Heredia oregonensis.*	
83) *Batrachoseps attenuatus.*	

Was zuerst die an Molch-Arten reichere nördliche Provinz anbetrifft, so ist von derselben bisher nur der Küstenstrich einigermaassen untersucht worden, von der Fauna der gegen das Felsengebirge zu gelegenen Gegenden dagegen weiss man so gut wie nichts; so ist z. B. aus dem grossen Territorium Utah meines Wissens noch kein *Salamandride* bekannt und aus Neu-Mexico kennt man zur Zeit nur eine einzige Art, *Amblystoma mavortium*, welche zugleich in Californien vorkommt und sehr weit verbreitet zu sein scheint, da sie,

wie schon bemerkt, die Grenzscheide der beiden neoarctischen Bezirke, das Felsengebirge, überschreitet und einerseits nach Texas, andererseits nach Kanzas, Nebraska und Minnesotah vordringt. In dem genauer bekannten Küstenstriche, der sich vom 50 bis etwa zum 34° n. Br., d. h. bis an die Grenze von Mexico hinzieht, scheinen nun die Arten von Norden nach Süden gleichfalls an Zahl zuzunehmen, denn während im nördlichsten Theile dieser Provinz, auf der Vancouver Insel, nur eine einzige Art, *Plethodon intermedius*, gefunden worden ist, kennt man aus Washington vier, aus Oregon sechs und aus Californien endlich eilf Molch-Arten. Da es nicht uninteressant sein dürfte zu erfahren, welche Arten namentlich in jedem der drei genannten Territorien vorkommen, so gebe ich in Nachfolgendem ein Verzeichniss derselben.

Washington.	**Oregon.**	**Californien.**
42) *Amblystoma macrodactylum.*	19) *Triton torosus.*	19) *Triton torosus.*
43) » *paroticum.*	42) *Amblystoma macrodactylum.*	20) » *laevis.*
44) » *aterrimum.*	43) » *paroticum.*	36) *Amblystoma mavortium.*
45) » *tenebrosum.*	45) » *tenebrosum.*	51) *Dicamptodon ensatus.*
	61) *Anaides lugubris.*	53) *Plethodon flavipunctatus.*
	64) *Heredia oregonensis.*	55) » *intermedius.*
		56) » *croceater.*
		61) *Anaides lugubris.*
		63) *Hemidactylium pacificum.*
		64) *Heredia oregonensis.*
		83) *Batrachoseps attenuatus.*

Die drei vorstehenden Verzeichnisse zeigen nun, dass die *Salamandriden*-Fauna der nördlichen Provinz von Norden nach Süden nicht bloss an Artenzahl, sondern auch an Formenmannichfaltigkeit zunimmt, denn während die 4 Arten des Territoriums Washington sämmtlich einem einzigen und dabei weit verbreiteten Genus, *Amblystoma*, angehören, beläuft sich die Zahl der Gattungen im Territorium Oregon schon auf 4 und in Californien endlich sind alle 8 Genera der in Rede stehenden Provinz mehr oder weniger zahlreich vertreten.

War schon die nördliche Provinz nur in einem kleinen Theile ihrer Ausdehnung in salamandrologischer Hinsicht untersucht, so steht es um unsere Kenntniss der südlichen Provinz noch viel schlechter, da es sich hier nicht, wie im Norden, um einen zwar nur schmalen, aber doch zusammenhängenden Küstenstrich, sondern nur um vereinzelte, meist weit von einander gelegene Punkte handelt. Die 10 Arten dieser Provinz stammen nämlich sämmtlich entweder aus dem südlichen Mexico, und zwar aus der Umgegend der Städte Mexico, Jalapa, Vera-Cruz, Orizaba und Oaxaca, oder aus Guatemala, Costa Rica und Neu-Granada, aus dem an Areal weit beträchtlicheren nördlichen Mexico dagegen, so wie aus den übrigen centro-amerikanischen Staaten sind zur Zeit noch keine Molche bekannt.

Unter den vier genannten Republiken, von denen nur Mexico und Guatemala unmittelbar an einander grenzen, Costa Rica und Neu-Granada aber durch beträchtliche Länderstrekken sowohl von einander, als auch von Guatemala getrennt sind, besitzt Mexico die meisten Arten, nämlich folgende 7: *Amblystoma mexicanum*, *Spelerpes chiropterus*, *orculus*, *cephalicus*, *lineolus*, *Bellii* und *variegatus*, alsdann folgt Guatemala mit 2 Arten, *Spelerpes variegatus* und *Salvinii* und endlich die beiden anderen mit je einer Art, nämlich Costa Rica mit *Spelerpes uniformis* und Neu-Granada mit *Spelerpes adspersus*. Mit Ausnahme von *Amblystoma mexicanum*, von dem zur Zeit leider nur die Larvenform, der neuerdings vielbesprochene Axolotl, *Siredon pisciformis*, ausreichend bekannt ist, gehören alle übrigen in dieser Provinz vorkommenden Arten zu der weit verbreiteten Gattung *Spelerpes* und sind einander z. Th. so nahe verwandt, dass ihre specifische Selbstständigkeit noch keineswegs über allen Zweifel erhaben ist. Es zeichnet sich somit die Molch-Fauna der südlichen Provinz im Gegensatze zu derjenigen der nördlichen durch eine ausserordentlich geringe Formenmannichfaltigkeit aus, und da ausserdem auch die Zahl der Arten, wie ich eben gezeigt, von Norden nach Süden abnimmt, so scheint es fast, dass hier, in dem am weitesten südwärts gelegenen Theile des von *Salamandriden* bewohnten Erdgürtels, wo dem Vordringen dieser Thiere nach Süden nicht, wie sonst überall, durch Meere oder wasserlose Wüsten natürliche Grenzen gesetzt sind, sich dieselbe Erscheinung wiederholt, die wir im Norden eines jeden Bezirkes kennen gelernt haben, nämlich eine Abnahme sowohl der Artenzahl, als auch der Formenmannichfaltigkeit bei Annäherung an die äusserste Grenze des Wohngebietes. So natürlich ein solches allmähliches Verschwinden der Molch-Arten gegen die Aequatorialgrenze gerade in diesem Theile ihres Verbreitungsbezirkes auch scheinen mag, so dürfte es gegenwärtig doch schwer zu entscheiden sein, ob diese Erscheinung in Wirklichkeit besteht oder ob sie nur in unserer zur Zeit noch sehr mangelhaften Kenntniss der Fauna von Centro-Amerika ihren Grund hat.

Der östliche oder atlantische Bezirk des neoarctischen Faunengebietes endlich, der sämmtliche östlich vom Felsengebirge gelegenen Staaten und Territorien der nord-amerikanischen Union, so wie Neu-Schottland und einen Theil des südlichen Canada umfasst, besitzt unter allen Bezirken die grösste Zahl von Molch-Arten, nämlich 32, und scheint am einfachsten in zwei Provinzen, eine westliche und eine östliche, eingetheilt werden zu können, die zwar eine grosse Zahl von Arten mit einander gemein haben, von denen aber jede doch auch durch das Vorkommen besonderer, nur ihr angehörender Formen ausgezeichnet ist. Die Grenze zwischen diesen beiden Provinzen, die grösstentheils vom Mississippi gebildet wird, beginnt im Norden mit der Ostgrenze des Staates Minnesotah, folgt alsdann dem Laufe des genannten Stromes längs der Westgrenze der Staaten Wisconsin, Illinois, Kentucky, Tennessee und Mississippi, und fällt im Süden mit der Ostgrenze von Louisiana zusammen. Auf die so getrennten Provinzen, die einander an Areal nur wenig nachstehen, vertheilen sich die 32 Molch-Arten in folgender Weise:

Westliche Provinz.

29) *Amblystoma talpoideum.* †
30) » *opacum.* †
31) » *punctatum.* †
34) » *tigrinum.* †
36) » *mavortium.*
37) » *obscurum.*
39) » *trisruptum.*
46) » *texanum.*
48) » *microstomum.* †
52) *Plethodon glutinosus.* †
57) *Desmognathus niger.* †
60) » *auriculatus.* †
68) *Spelerpes cirrigerus.* †

Oestliche Provinz.

14) *Triton viridescens.*
29) *Amblystoma talpoideum.*
30) » *opacum.*
31) » *punctatum.*
32) » *conspersum.*
33) » *bicolor.*
34) » *tigrinum.*
38) » *xiphias.*
40) » *Jeffersonianum.*
41) » *platineum.*
47) » *cingulatum.*
48) » *microstomum.*
52) *Plethodon glutinosus.*
54) » *erythronotus.*
57) *Desmognathus niger.*
58) » *fuscus.*
59) » *Haldemanni.*
60) » *auriculatus.*
62) *Hemidactylium scutatum.*
65) *Spelerpes longicauda.*
66) » *guttolineatus.*
67) » *bilineatus.*
68) » *cirrigerus.*
73) » *ruber.*
74) » *salmoneus.*
75) » *marginatus.*
76) » *flavissimus.*
84) *Batrachoseps quadridigitatus.*

Die westliche dieser beiden Provinzen, welche die Staaten Minnesotah, Jowa, Missouri, Arkansas und Louisiana, die Territorien Dacota, Nebraska, Kanzas, Indian und Texas, so wie den östlich vom Felsengebirge gelegenen Theil von Neu-Mexico umfasst, ist verhältnissmässig arm an *Salamandriden* und besitzt im Ganzen 13 Arten, von denen drei ihr ausschliesslich eigenthümlich sind, während sie die übrigen zehn mit anderen Provinzen des neoarctischen Gebietes theilt, und zwar neun mit der östlichen Provinz und eine, *Amblystoma mavortium*, mit dem pacifischen Bezirke. Von den drei ausschliesslich in dieser Provinz einheimischen Arten ist *Amblystoma obscurum* bisher nur bei Fort des Moines in Jowa beobachtet worden, *Amblystoma trisruptum* stammt aus dem Ocate River, einem am

Ost-Abhange des Felsengebirges in Neu-Mexico entspringenden Quellflusse des Canada, welcher letztere sich in den Arkansas ergiesst, und *Amblystoma texanum* endlich bewohnt, wie schon der Name andeutet, Texas. *Amblystoma mavortium* ferner, die einzige Art, welche in beiden Bezirken des neoarctischen Faunengebietes vorkommt, scheint in dieser Provinz sehr weit verbreitet zu sein, da sie, wie schon bemerkt, sowohl in Nebraska und Minnesotah, als auch in Kanzas und Texas beobachtet worden ist, und von den neun Arten endlich, welche von Osten in diese Provinz vordringen und welche ich in dem Verzeichnisse durch ein † ausgezeichnet habe, besitzt nur eine, *Amblystoma tigrinum*, einen ausgedehnten, von Nebraska südwärts bis Louisiana reichenden, Verbreitungsbezirk, während die übrigen acht in ihrem Vorkommen auf Louisiana und Texas beschränkt sind und nördlich höchstens bis Arkansas, oder, wie *Amblystoma microstomum*, bis Missouri vordringen. So ungenügend diese Provinz in salamandrologischer Beziehung auch erforscht sein mag, so lässt sich doch schon aus den wenigen zur Zeit vorhandenen Daten entnehmen, dass auch hier die Zahl der Arten von Norden nach Süden entschieden zunimmt, und dass auch die Formenmannichfaltigkeit im Süden eine grössere ist, als im Norden, indem die wenigen Gattungen, welche neben *Amblystoma* in dieser Provinz Repräsentanten besitzen, sämmtlich auf den süd-östlichsten Winkel derselben, auf den Staat Louisiana, beschränkt sind.

Die östliche Provinz dagegen, welche sämmtliche östlich vom Mississippi gelegenen Staaten der Union umfasst und sich nordwärts bis in die südlichen Theile von British-Amerika erstreckt, scheint sehr eingehend untersucht zu sein und zeichnet sich durch eine überaus reiche *Salamandriden*-Fauna aus. Die Zahl der in dieser Provinz einheimischen Arten aus der in Rede stehenden Familie beläuft sich gegenwärtig bereits auf 28, von denen nur 9 den Mississippi nach Westen überschreiten, während die 19 übrigen ausschliesslich auf die östlich vom genannten Strome liegenden Gegenden beschränkt sind. Diese 28 Molch-Arten, unter denen sich wohl einige finden dürften, deren specifische Selbstständigkeit noch nicht über allen Zweifel erhaben ist, sind nun mit wenigen Ausnahmen sehr weit verbreitet und namentlich ist das Wohngebiet der meisten in der Richtung von Norden nach Süden sehr ausgedehnt, von Osten nach Westen dagegen gewöhnlich etwas mehr beschränkt. Den ausgedehntesten Verbreitungsbezirk besitzen unstreitig *Amblystoma opacum*, *punctatum*, *tigrinum*, *Plethodon glutinosus* und *Desmognathus niger*, welche sämmtlich nicht bloss in fast allen Theilen dieser Provinz beobachtet worden sind, sondern auch den Mississippi westwärts überschreiten und mehr oder weniger weit in die westliche Provinz vordringen. Nächstdem sind *Triton viridescens* und *Spelerpes ruber* sehr weit verbreitet, da ihr Wohngebiet von Maine südlich bis Florida und westlich bis Ohio reicht, und nicht viel beschränkter ist auch der Verbreitungsbezirk von *Plethodon erythronotus*, *Hemidactylium scutatum* und *Spelerpes bilineatus*, welche drei Arten die atlantischen Staaten von Massachusetts oder New York südlich bis Süd-Carolina und westlich bis Kentucky, Tennessee oder Ohio bewohnen. Endlich gehören auch *Amblystoma conspersum*, *Desmognathus fuscus*, *Haldemanni* und *Spelerpes salmoneus* zu den weit verbreiteten Arten, sind in ihrem

Vorkommen aber auf die unmittelbar am Gestade des atlantischen Oceans gelegenen Staaten beschränkt und bewohnen den Küstenstrich von Massachusetts und Pensylvanien südlich bis Süd-Carolina und Georgia. Die übrigen bisher noch nicht genannten Arten scheinen Wohngebiete von geringerer Ausdehnung zu besitzen, ja manche unter ihnen sind in ihrer Verbreitung, so weit gegenwärtig bekannt, sogar auf einen einzigen Staat beschränkt. So bewohnen *Amblystoma xiphias* und *platineum* ausschliesslich den Staat Ohio, *Amblystoma bicolor* ist bisher nur im Staate New Jersey beobachtet worden, *Amblystoma cingulatum* und *Spelerpes guttolineatus* scheinen auf Süd-Carolina beschränkt zu sein und *Spelerpes marginatus* und *flavissimus*, zwei hinsichtlich ihrer specifischen Selbstständigkeit noch etwas zweifelhafte Formen, hat man bisher nur im Staate Georgia gefunden. Eben so ist auch *Spelerpes cirrigerus*, der bekanntlich beide Provinzen des in Rede stehenden Bezirkes bewohnt, nur auf die Staaten Mississippi und Louisiana beschränkt, und *Batrachoseps quadridigitatus* findet sich ausschliesslich im süd-östlichen Theile der Union, nämlich in den Staaten Süd-Carolina, Georgia und Florida. Während die sechs zuletzt genannten Arten durchweg in den Süd-Staaten vorkommen und nordwärts nicht über Süd-Carolina hinausgehen, dringen *Amblystoma talpoideum* und *Desmognathus auriculatus*, welche beide auch in der westlichen Provinz, und zwar im Staate Louisiana, einheimisch sind, von Georgia und Süd-Carolina bis nach Ohio vor, und eine ähnliche Verbreitung zeigt auch *Amblystoma microstomum*, eine Art, welche eigentlich der westlichen Provinz angehört und deren Wohngebiet sich von Louisiana, Arkansas und Missouri ostwärts bis nach Illinois und Ohio erstreckt. *Amblystoma Jeffersonianum* und *Spelerpes longicauda* endlich gehören mehr dem nördlichen Theile der Union an, und zwar findet sich die erstere Art in Vermont, New York, Pensylvanien, Ohio, Indiana, Michigan, Wisconsin und Tennessee, während die letztere die Staaten New York, New Jersey, Pensylvanien, Ohio und Kentucky bewohnt. Es nehmen also auch in dieser Provinz die Arten von Norden nach Süden entschieden an Zahl zu, denn während aus den nördlichen Staaten zur Zeit im Ganzen 20 Arten bekannt sind, finden sich deren in den südlichen, d. h. in den ehemaligen sogenannten Sklavenstaaten, 25, und eine ganz ähnliche Zunahme der Artenzahl lässt sich auch in der Richtung der Breitengrade nicht verkennen, da in den unmittelbar an der Küste des atlantischen Oceans gelegenen Staaten 24, in den westlich vom Alleghany-Gebirge gelegenen dagegen nur 18 Molch-Arten beobachtet worden sind.

Nachdem ich im Vorstehenden die Vertheilung der 84 gegenwärtig bekannten *Salamandriden*-Arten auf die beiden von ihnen bewohnten Faunengebiete eines Nähern erläutert habe, scheint es mir nicht überflüssig, auch der Verbreitung der Genera und der beiden Tribus mit wenigen Worten zu gedenken. Was zuerst die Genera anbetrifft, deren ich im Ganzen 19 unterscheiden zu müssen geglaubt habe, so sind die meisten derselben in ihrem Vorkommen stets nur auf ein einziges der beiden hier in Betracht kommenden Faunengebiete beschränkt, und nur sehr wenige unter ihnen besitzen in beiden Gebieten, oder was hier gleichbedeutend ist, auf beiden Hemisphären, der östlichen und der westlichen, Ver-

treter; hiernach lassen sich also drei Kategorien von Gattungen annehmen, nämlich 1) solche, welche nur der östlichen, 2) solche, welche nur der westlichen und 3) endlich solche, welche beiden Hemisphären zugleich angehören. Nachfolgende tabellarische Zusammenstellung wird lehren, welche Genera namentlich zu jeder der drei so eben genannten Kategorien gehören:

Oestliche Hemisphäre.	Westliche Hemisphäre.	Oestl. und westl. Hemisphäre.
1) *Salamandra.*	12) *Dicamptodon.*	4) *Triton.*
2) *Pleurodeles.*	13) *Plethodon.*	10) *Amblystoma.*
3) *Bradybates.*	14) *Desmognathus.*	18) *Spelerpes.*
5) *Chioglossa.*	15) *Anaides.*	
6) *Salamandrina.*	16) *Hemidactylium.*	
7) *Ellipsoglossa.*	17) *Heredia.*	
8) *Isodactylium.*	19) *Batrachoseps.*	
9) *Onychodactylus.*		
11) *Ranodon.*		

Das palaeoarctische Faunengebiet hat also die grösste Zahl von ihm eigenthümlichen Gattungen aufzuweisen, nämlich 9, von denen die 5 ersten ausschliesslich dem circummediterranen, die 4 letzten dagegen ausschliesslich dem asiatischen Bezirke angehören. Unter den 7 Gattungen des neoarctischen Gebietes ferner sind drei, *Dicamptodon*, *Anaides* und *Heredia*, auf den westlichen oder pacifischen Bezirk beschränkt, *Desmognathus* gehört ausschliesslich dem östlichen oder atlantischen Bezirke an und die drei übrigen, *Plethodon*, *Hemidactylium* und *Batrachoseps*, kommen beiden Bezirken gemeinschaftlich zu, indem ihre Arten sowohl westlich, als auch östlich vom Felsengebirge angetroffen werden. Von den drei Gattungen endlich, deren Verbreitungsbezirk sich über beide Faunengebiete erstreckt, gehört *Triton* hauptsächlich der östlichen Hemisphäre an und besitzt auf der westlichen nur eine sehr geringe Zahl von Repräsentanten, nämlich drei, die Genera *Amblystoma* und *Spelerpes* dagegen müssen als der westlichen Hemisphäre angehörig betrachtet werden, da jedes derselben nur mit je einer Species auf der östlichen Halbkugel vertreten ist.

Aus der eben besprochenen Vertheilung der *Salamandriden*-Gattungen ergiebt sich von selbst, dass die beiden Tribus, *Mecodonta* und *Lechriodonta*, in welche ich die Familie der eigentlichen Molche einzutheilen vorgeschlagen habe, in ihrem Vorkommen keineswegs auf das eine, oder das andere der beiden Faunengebiete beschränkt sind, sondern dass jede derselben in beiden zugleich Vertreter besitzt, dennoch ist nicht zu verkennen, dass auf der östlichen Halbkugel die *Mecodonten* in sehr auffallender Weise vor den *Lechriodonten* praevaliren, während auf der westlichen gerade der umgekehrte Fall stattfindet. Verfolgt man nämlich den von den *Salamandriden* bewohnten Gürtel der Erde von Westen nach Osten und geht von Europa aus, so findet man, dass die Zahl der *Mecodonten* immer mehr

abnimmt, je weiter man nach Osten vordringt, diejenige der *Lechriodonten* dagegen sehr rasch wächst; denn während im circummediterranen Bezirke 18 Arten aus der Tribus *Mecodonta* vorkommen, beläuft sich die Zahl derselben im asiatischen und im pacifischen Bezirke auf je 2 und reducirt sich im atlantischen gar auf eine einzige Art, die Zahl der *Lechriodonten* dagegen, von denen im circummediterranen Bezirke nur eine einzige Species einheimisch ist, nimmt auffallend rasch zu, da im asiatischen 7, im pacifischen 23 und im atlantischen endlich 31 Arten aus dieser Tribus vorkommen.

Was nun schliesslich die Gesammtzahl der in jedem der beiden Faunengebiete vorkommenden Molch-Arten anbetrifft, so steht dieselbe merkwürdiger Weise im umgekehrten Verhältnisse zu der Ausdehnung des betreffenden Gebietes, denn im neoarctischen Faunengebiete kommen im Ganzen 56 Species vor, während in dem an Areal mehr als doppelt so grossen palaeoarctischen nur 28, also genau halb so viele, Arten beobachtet worden sind. Diese ungleichmässige Vertheilung der Arten mag nun vielleicht durch besondere Verhältnisse, wie Klima, Wasserreichthum, etc. bedingt sein, jedoch halte ich es für mehr als wahrscheinlich, dass die Zahl der Arten in beiden Faunengebieten sich mit der Zeit etwas mehr ausgleichen wird, da es wohl kaum einem Zweifel unterliegen kann, dass einerseits unter den 56 Arten der westlichen Hemisphäre ein Theil bei genauerer Untersuchung als unhaltbar erkannt und eingezogen werden wird, während andererseits auf der östlichen Hemisphäre bei Erforschung des grossen chinesischen Reiches, das alle Bedingungen für die Existenz der Molche zu bieten scheint, die Zahl der gegenwärtig bekannten 28 Arten sich noch um ein Beträchtliches vermehren dürfte.

CORRIGENDA.

P. 2	Zeile	7	von	unten statt 14ten lies 40ten.
» 6	»	4	»	oben statt *Salamandrida* lies *Salamandrina*.
» 15	»	9	»	unten » weich » rauh.
» 36	»	1	»	unten statt haupsächlichste lies hauptsächlichste.
» 42	»	3	»	oben » aber » oder.
» 49	»	10	»	unten ist hinter III. Abth. das Wort Amphibien einzuschalten.
» 57	»	17	»	» statt mir lies nur.
» 64	»	6	»	oben ist hinter IX. das Wort tab. einzuschalten.
» 64	»	15	»	» statt *Ambystoma* lies *Ambyostoma*.
» 68	»	5	»	unten statt nord-östlichen lies nord-westlichen.
» 75	»	17	»	oben statt *Anaides* lies *Aneides*.

ALPHABETISCHES VERZEICHNISS

derjenigen für die Salamandriden vorgeschlagenen generischen, subgenerischen und specifischen Benennungen, welche in dieser Abhandlung vorkommen.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I. f. 1. *Triton Karelinii.* *a* von oben; *b* von der Seite; *c* das geöffnete Maul des in *a* abgebildeten Exemplares; *d* der Schwanz des in *b* abgebildeten Exemplares von oben.

f. 2. *Triton longipes.* *a* von oben; *b* von der Seite; *c* das geöffnete Maul.

f. 3. *Triton ophryticus* Berth. *a* von oben; *b* von der Seite; *c* das geöffnete Maul.

f. 4. *Triton cristatus* Laur. Umriss des vorderen Körpertheiles, um die Differenz, welche zwischen dieser Art und *Triton longipes* in der Länge der Vorderextremitäten und namentlich der Finger besteht, besser zu veranschaulichen.

Taf. II. f. 1. *Isodactylium Schrenckii.* Schädel von der Unterseite.

f. 2. *Isodactylium Wosnessenskyi.* *a* von oben; *b* von der Seite; *c* das geöffnete Maul; *d* der Schädel von der Unterseite.

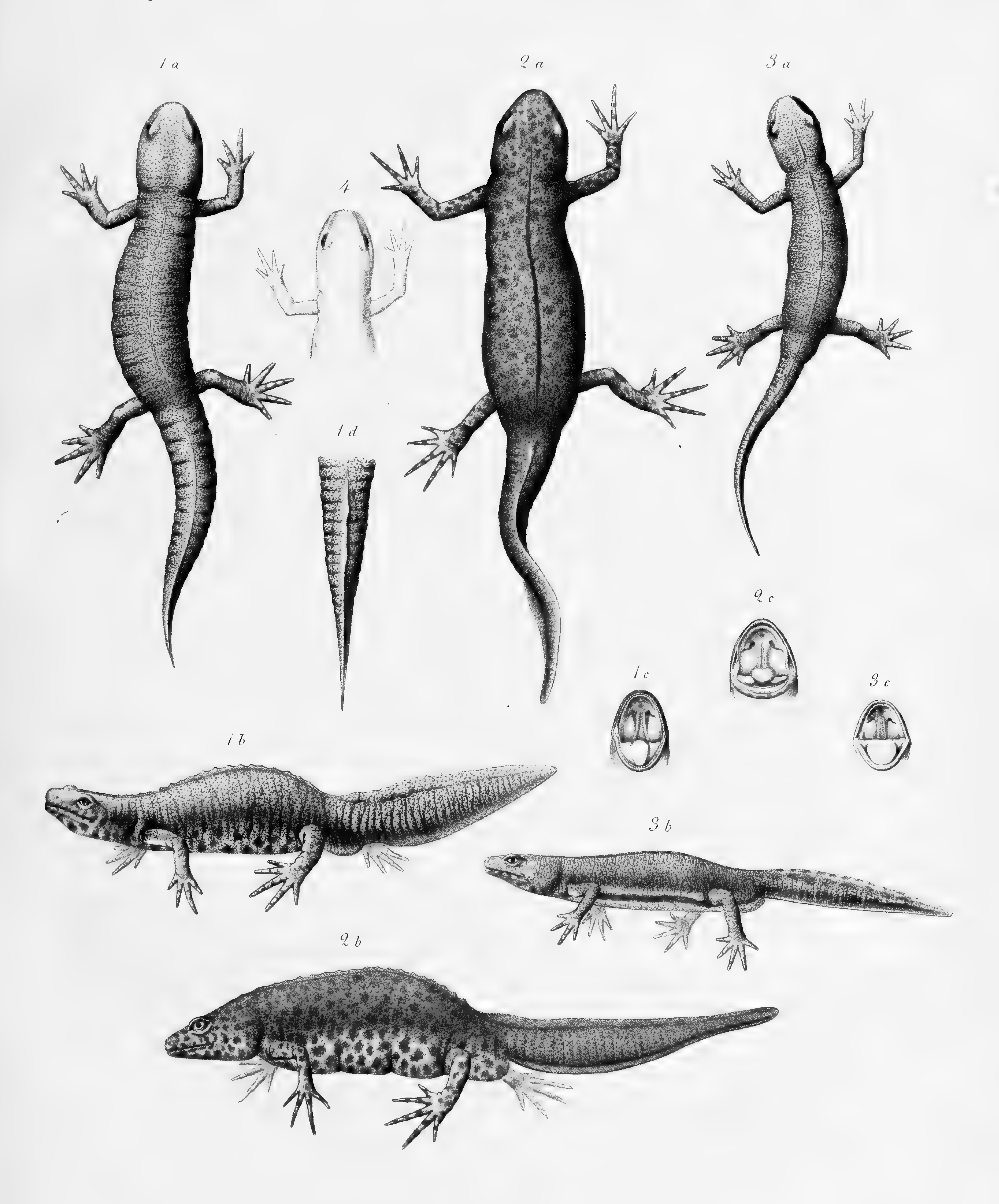
f. 3. *Ranodon sibiricus* Kessl. *a* von oben; *b* von der Seite; *c* das geöffnete Maul; *d* der Schädel von der Unterseite.

INHALTSVERZEICHNISS.

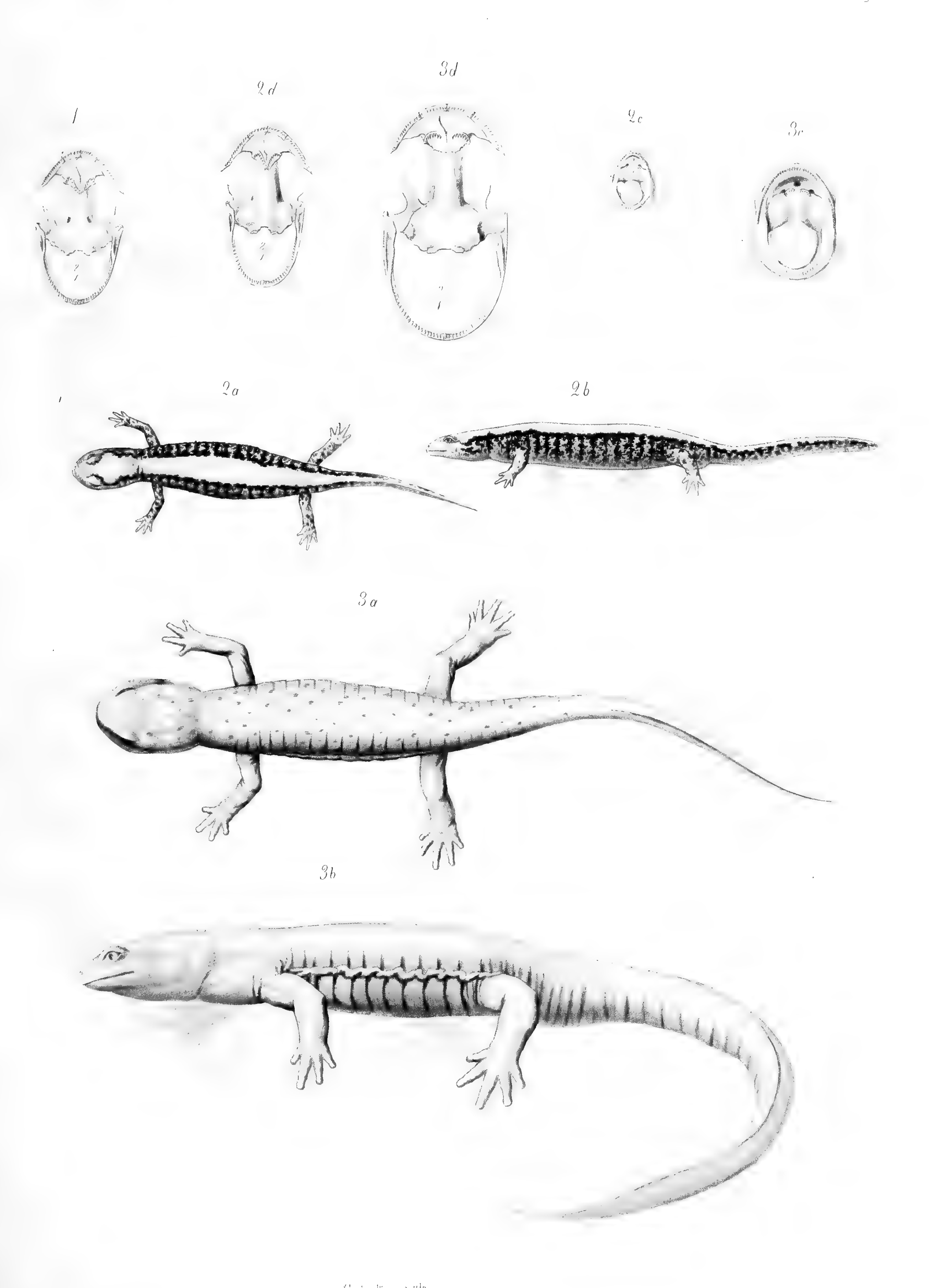
NACHSCHRIFT.

Während meiner diesjährigen Anwesenheit in Wien, im August-Monat, als die 9 ersten Bogen der vorliegenden Abhandlung bereits abgezogen waren, erfuhr ich zufällig, dass die Molch-Art, welche ich auf p. 56 als *Isodactylium Schrenckii* charakterisirt habe, von Dr. Dybowsky unter dem Namen *Salamandrella Keyserlingii* ausführlich beschrieben worden ist. Beide Beschreibungen sind zwar fast gleichzeitig zum Drucke vorgestellt worden, nämlich der Aufsatz Dybowsky's am 6. April und meine Abhandlung am $\frac{\text{24. März}}{\text{5. April}}$, die meinige erscheint aber bedeutend später, was sich wohl einfach dadurch erklärt, dass der Druck meiner Abhandlung wegen ihres ungleich beträchtlicheren Umfanges auch eine entsprechend längere Zeit in Anspruch genommen hat. Dr. Dybowsky's Aufsatz ist in dem Jahrgange 1870 der Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins zu Wien abgedruckt, jedoch kann ich die Seitenzahl, die ich leider zu notiren versäumt habe, nicht angeben, da der betreffende Jahrgang der Verhandlungen auch im gegenwärtigen Augenblicke der akademischen Bibliothek noch nicht zugekommen ist.

Ausserdem muss ich noch bemerken, dass ich von den Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, in denen bekanntlich sehr viele *Salamandriden* beschrieben sind, nur die ersten 19 Jahrgänge, von 1841 bis 1867 incl., habe benutzen können.



Jvanson del. et sculp. Was. O. 2. Lin. № 27. St Petersburg.


1
2d
3d
2c
3c
2a
2b
3a
3b

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, № 5.

BEITRÄGE
ZUR
NATURGESCHICHTE DES ELENS

IN BEZUG AUF SEINE MORPHOLOGISCHEN UND PALÄONTOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE,

SO WIE

SEINE GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER DIE MIOCÄNE FLORA UND INSECTENFAUNA DES HOCHNORDENS.

VON

Johann Friedrich Brandt,

Mitgliede der Akademie.

(Mit 3 Tafeln.)

(Lu le 24 mars 1870.)

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;

à Riga, M. N. Kymmel;

à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 5 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Octobre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

INHALT.

Neuntes Capitel.

Zehntes Capitel.

Anhang I.

Anhang II.

Wie bekannt haben mehrere Naturforscher die Ansicht aufgestellt, dass in der sogenannten Vorwelt Arten der Untergattung, nach andern Gattung, *Alce*, vorhanden waren, die von dem noch jetzt in Skandinavien, Preussen, Russland und Nordasien lebenden Elen sich unterschieden. Auch hegen noch Manche Zweifel, ob das Elen Amerika's mit dem des europäisch-asiatischen Continentes artlich zu vereinen sei. Untersuchungen, welche ich über die sogenannten quaternären Säugethiere Russlands anstellte, veranlassten mich diese Ansichten einer eingehenden Prüfung zu unterwerfen. Der Umstand, dass der genaue Nachweis nicht blos der gegenwärtigen, sondern auch der frühern, ja selbst der muthmaasslichen urheimathlichen, geographischen Verbreitung der Thiere nicht nur für ihre Gesammtkenntniss, sondern auch für ihre geologischen, ja selbst anthropologischen Beziehungen von Wichtigkeit sei, veranlasste mich indessen, diesem Gegenstande ebenfalls eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken; bei welcher Gelegenheit auch die Schriften der alten Griechen und Römer, welche einzelne auf das Elen bezügliche Angaben enthalten, von neuem critisch geprüft wurden. Obgleich es nun keineswegs meine Absicht war, eine ganze Monographie des Elens zu liefern, wozu mir einerseits die Zeit, andererseits manche anatomische Materialien fehlten, so glaubte ich doch, nach Maassgabe des neuern Standpunktes der Wissenschaft, die Untersuchung der Frage nicht übergehen zu dürfen: ob das Elen als selbstständiger Typus unter den *Cerviden* angesehen werden könne? Da in den meisten Werken, welche von ihm handeln, nicht selten Hauptarbeiten übergangen sind, so konnte ich mich übrigens nicht enthalten eine möglichst vollständige Angabe derjenigen mir bekannten Schriften vorauszuschicken, welche selbstständige Arbeiten über das Elen enthalten.

Was die Materialien anlangt, welche mir für den Nachweis der typischen Einheit der Elenspezies zu Gebote standen, so waren sie keineswegs unbedeutend. Vom altweltlichen Elen besitzt das Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ein altes, ausgestopftes Männchen und ein Weibchen nebst zwei Fellen jüngerer Thiere, ferner ein Skelet, mehrere Schädel verschiedenen Alters und eine nicht geringe Zahl einzelner Geweihe, welche theils lebenden Thieren der Jetztzeit angehörten, theils in der Erde gefunden wurden. Durch v. Helmersen's Freundlichkeit standen mir die Geweihe des Berg-Institutes,

durch die Kokscharow's die der Mineralogischen Gesellschaft gehörigen zu Gebote. Ausserdem hatten die Hrn. Jerofejew, Heiser und Vosnessenski die Güte, einige Geweihe mir zur Disposition zu stellen. Für die Kenntniss der Geweihbildung des altweltlichen Elens lieferten übrigens auch die exacten Darstellungen von Goldfuss, Herm. v. Meyer, Pusch, Kaup und Blasius ein schönes Material.

Vom amerikanischen Elen konnte ich allerdings nur das vortreffliche Fell eines Männchens, welches die Akademie dem verstorbenen Prinzen Maximilian von Neu-Wied verdankt, nebst der Hirnkapsel eines Schädels mit sehr mächtigem, aufsitzenden Geweih untersuchen. Die Darstellung ganzer Thiere, oder ihrer Geweihe, welche sich bei Audubon, Fr. Cuvier und Geoffroy, dann bei Baird und G. Cuvier befinden, verschafften gleichfalls namhafte Anhaltungspunkte.

Erstes Capitel.

Nachweis der Schriften, welche bisher die Kenntniss der Naturgeschichte des Elens durch selbstständige Untersuchungen mehr oder weniger förderten.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, ist es keineswegs überflüssig, einen solchen ergänzenden Nachweis zu liefern, denn obgleich, wie bekannt, das Elenthier zu den mehrfach besprochenen Vierfüssern gehört, so existirt doch keine mir bekannte Schrift (J. E. Gray's *Catal.* nicht ausgenommen), die alle Hauptquellen der Elenkenntniss namhaft machte. Die Mittheilung einer vollständigen Synonymie, worin auch die Titel der Werke solcher Autoren angeführt sind, welche die Kenntniss des Elens nicht durch eigene Beobachtungen förderten, liegt indessen nicht in unserem Plane.

Schon im 16ten Jahrhundert lieferte Wigand, unter dem Titel *Historia Alcis Borussici*, eine Beschreibung des Preussischen Elens, die alle frühern weit übertraf und sich in den *Actis Borussicis III*, *p. 610* und durch Rosinus in Wigand's *physikalischen Schriften. Jena 1590* findet. Seit dem achtzehnten Jahrhundert erschienen viele mehr oder weniger beachtenswerthe, seine Kenntniss fördernde Schriften, sogar einzelne monographische. Es gehören dahin nachstehende: Buffon, *Hist. nat. X. 179 Pl. 7* und *Suppl. T. VII. Pl. 80.* — Gilibert, *Indagatores naturae. Vilnae 1781. 8. p. 65. 599.* — Pennant, *Arct. Zool. I.* übers. v. Zimmermann *I. p. 20. Titelfigur* und *Taf. VIII.* — v. Wangenheim. *Neue Schriften der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin 1795. 4. S. 1. Taf. 1.*, von neuem mitgetheilt im *Forst-* und *Jagdarchiv* von G. L. Hartig, *Jahrg. I. Heft. 4. Berlin 1816, S. 14.* — Harlan, *Fauna americana. Philadelphia 1825. 8. p. 229.* — Godman, *American N. H. II. 279.* — Griffith, *Animal kingd.* — Schreber *Säugeth. V. 1. S, 968.* fortges. von A. Wagner. Supplementband. Abth. IV. S. 342) — Pallas, *Zoogr. I. p. 201.* — F. Cuvier et Geoffroy, *Mammif. Livr. 34, 39.* — Richardson, *Faun. boreali-americana I. p. 232.* — J. F. Brandt und Ratzeburg, *Medizin. Zoolog. I. p. 30. Taf. V.* — Wieg-

mann, *Abbildung und Beschreibung merkwürdiger Säugethiere gezeichnet von* Bürde, *beschrieben von* J. F. Brandt und Wiegmann. *Berlin 1831, 4,* mit Atlas in fol. Lief. II. — Oken, *Naturgeschichte, Thierreich Bd. IV Abth. 2. S. 311.* — J. G. Bujack, *Naturgeschichte des Elchwildes oder Elens. Königsberg 1837. 8.* Ein besonderer Abdruck a. d. Preussischen Provinzialblättern XVII. Augustheft 1837. (Vortrefflich!) — Sundevall, *Vetensk. Academ. Handling. Stockh. 1844. p. 176.* — Nilsson, *Skadinavisk Fauna. 2. Upplage I. Däggdjuren Lund 1847. p. 487.* — De Kay, *Nat. Hist. of New-York. Mammalia I.* — Audubon and Bachm., *Amer. Qudrup. II. 1851. p. 179. Pl. LXXVI.* — Reichenbach, *Vollst. Naturgesch. Säugth. III. Wiederk. 1845.* — J. E. Gray, *Catal. of Mamm. Part. III. Ungulata furcipeda. London 1852. p. 186 — 88.* — Spencer F. Baird, *Mammals of North America. Philadelphia 1859. 4. p. 631.* — J. Bowden, *The naturalist in Norway. London 1869. 8. p. 20**). — Blasius, *Fauna der Wirbelth. Deutschl. Säugeth. Braunsch. 1857. 8. S. 434.*

Was die Abbildungen des Elens anlangt, so müssen viele davon als mehr oder weniger misslungen bezeichnet werden. Mit Ausschluss der verfehlten Oberlippe gehört die der Medizinischen Zoologie zu den bessern. Selbst die spätern von Bürde lassen Einiges wünschen, ebenso die F. Cuvier'schen. Die besten Darstellungen des Elens sollen nach Bujack (S. 9.) die des geschickten Königsberger Thiermalers Löschin sein, der 1836 eine Elengruppe in Königsberg ausstellte, wovon leider keine Copieen veröffentlicht wurden. Audubon's Figuren (*a. a. O. Pl. LXXVI*) sind offenbar aus der Zahl der bisher veröffentlichten die im Ganzen gelungensten.

In anatomischer Beziehung ist, wie bei den meisten Säugethieren, die Osteologie (weil sie für paläontologische Zwecke erforderlich war) am besten bekannt. Cuvier's *Recherches s. l. ossem. foss.* enthalten manche Daten nebst Abbildungen des Schädels und vieler Geweihe. In D'Alton's *Skeleten d. Wiederkäuer* findet man eine Abbildung des Skelets nebst kurzer Beschreibung. Goldfuss (*Nov. Act. Acad. Caes. Leop. T. X. (1831.) p. 455.*) verglich den Schädel des Riesenhirsches mit dem des Elens und lieferte auch von dem des letztern mehrere Abbildungen. Darstellungen des Elenschädels findet man ferner bei G. Fischer, *Oryctogr. d. Moscou*, Rouiller, G. Fischeri *Jubilaeum semiseculare*, Cuvier *règn. anim. avec planches.* — Richardson (*The Zoology of the Voyage of Herald under the command of* Captain Henry Kellet ed. Forbes. *Foss. mamm. p. 102*) hat unter der Rubrique: *on the osteology of the Tuktu* (*Alces Muswa*) die Beschreibung des Skelets eines amerikanischen Elens geliefert und dasselbe durch einige Abbildungen erläutert.

Einige selbstständige, vergleichende osteologische Daten sind bereits 1827 von mir in der *Medizinischen Zoologie* von Brandt und Ratzeburg *Bd. I. S. 32* mitgetheilt.

---

*) Wer eine möglichst vollständige, hier nicht beabsichtigte, Synonymie des Elens wünschen sollte, vergleiche Erxleben, *Syst. regni anim. Cl. I. Mamm. p. 298, 2.* — Schreber, *Säugeth. a. a. O.*, J. B. Fischer, *Synopsis mamm p. 441.* und J. E. Gray, *Catal. of Mammal. Part III. Ungulata furcipeda London. 1852. p. 186 — 88.* Selbst in der letztern Schrift fehlen indessen die Titel mehrerer, sogar einiger monographischen, deutschen Arbeiten.

Die innern Weichtheile wurden schon von Perrault (*Abhdl. z. Naturgesch. aus den Mémoires d. l'Acad. d. sc. de Paris T. III. P. I—III*) und später von Pallas (*Zoographia I. p. 203*), so wie von Gilibert (*Indagatores naturae. Vilnae 1781. p. 69*) untersucht. Der Letztere bestätigt die Perrault'schen Mittheilungen. Die Pallas'schen Angaben waren zu seiner Zeit noch nicht bekannt. Die Hauptangaben von Perrault und Pallas sind von mir (a. a. O.), Bujack (Naturgesch. d. Elchwildes), And. Wagner (*Schreb. Säugeth.*) und Giebel (*Die Säugethiere. S. 354*) mitgetheilt. Eine vollständige anatomische Monographie des *Elens* fehlt uns noch, denn die vom Hrn. v. Baer (Oken's *Isis 1826. S. 809*) in Aussicht gestellte ist leider nicht erschienen.

Über die Lebensweise des altweltlichen *Elens* hat Hr. v. Wangenheim *a. a. O.* (*1795*) bereits die umfassendsten, auf eigene Beobachtungen gestützten, Mittheilungen gemacht, wozu Pallas und Bujack Ergänzungen lieferten. Die des *amerikanischen Elens* wurde früher von Pennant, so wie später von Richardson, De Kay und Audubon besprochen.

Was die geographische Verbreitung des Elens anlangt, so sind hierüber besonders Zimmermann (*Geographische Geschichte des Menschen u. s. w. I. S. 263*), Schreber (*a. a. O.*), Pallas (*a. a. O.*), Brandt und Ratzeburg (*Medizinische Zoologie a. a. O.*) Wiegmann (*a. a. O.*), Andr. Wagner (*Abhandl. d. Münch. Akad. d. Wissensch. Mathem. phys. Cl. Bd. IV.* (*1846, S. 79*), dann in Bezug auf seine spezielle Verbreitung in Russland J. F. Brandt in Hofmann's *Reise* (*Der nördliche Ural. Bd. II. St. Petersburg 1856. Zoologischer Anhang S. 44*), in Amerika aber Richardson (*Fauna Boreali-amer.*) anzuführen. — Merkwürdig genug liefert A. Murray (*Geogr. distribut. of mammal. p. 150*) keine speziellen Daten über die Verbreitung des Elens in den einzelnen Ländern, obgleich darüber zahlreiche, in den oben citirten Schriften vorhandene, Daten umfassendere Angaben hätten ermöglichen können.

Zweites Capitel.

Das Elen als eigenthümliche, selbstständige, typische Form in der Familie der hirschartigen Wiederkäuer.

Die Erörterung dieser Frage, welche ich statt einer morphologischen Beschreibung meinen übrigen Untersuchungen vorausschicke, wurde hauptsächlich durch einen Aufsatz der Hrn. Gustav Jäger und Emil Bessels hervorgerufen, der sich unter dem nicht ganz passenden Titel: *Die geographische Verbreitung der Hirsche mit Bezug auf die Geschichte der Polarländer* in den *Mittheilungen* von A. Petermann *Bd. 16, 1870. S. 82 ff.* findet. Die Verfasser machen bekanntlich in dieser anregenden, jedoch nicht immer leicht verständlichen, Arbeit den hypothetischen Versuch, die als Gattungen oder Untergattungen aufgestellten

Hirsche auf gewisse Urtypen zurükzuführen, wobei sie auf mehrere als Arten angesehene Formen hindeuten, die sich als Züchtungsproducte von Stammarten ansehen liessen. Für ein solches Unternehmen besitzen indessen die bereits vorhandenen, selbst sehr reichen, Sammlungen Europa's und Nordamerika's zur Zeit noch keineswegs das erforderliche Material, da zu einer gründlichen desfallsigen Beweisführung nicht blos die genauste Untersuchung der Bälge, Schädel, Skelete und Eingeweide aller lebenden Formen in möglichst zahlreichen Exemplaren erforderlich wäre, sondern auch eine weit grössere Menge von charakteristischen paläontologischen Objecten vorhanden sein müsste, als sie die Sammlungen der Gegenwart enthalten. Die Verfasser stützen überhaupt ihre Ansichten hauptsächlich nur auf gewisse äussere Kennzeichen der Gruppen. Sie richten namentlich ihr Augenmerk darauf: ob die jungen Thiere Flecken besitzen oder nicht, dann auf die Art der Behaarung der Oberlippe, die Haarbürsten der Füsse, die Bildung und Bedeutung der Geweihe, so wie einzelne Momente der geographischen Verbreitung und Entwickelungsgeschichte.

Wenn daher in ihrer Arbeit die allgemeine Tendenz sich ausspricht die Hirsche als Entwickelungsstufen früherer moschus- und anaplotheridenartiger Formen darzustellen, so fehlt es dazu an strikten Beweisen, die hauptsächlich nur paläontologische sein können.

Die Entwickelungsgeschichte der Thiere zeigt uns allerdings, dass selbst die am höchsten organisirten, wie bekannt, aus winzigen Eibläschen ihren Ursprung nehmen, die man von denen niederer, ja oft weit niederer, Formen anfangs nicht zu unterscheiden vermag. Die allerersten Entwickelungstadien der Embryonaltheile lassen ferner eine allgemeine Ähnlichkeit der Entwickelung wahrnehmen. Ebenso kann nicht geläugnet werden, dass während mancher Stadien der Entwickelung selbst die höchsten Thierformen an niedrigere Formen erinnern und dass jüngere Individuen verwandter Formen manche, ja oft sehr viele, Kennzeichen gemein haben, die indessen meist als sich umwandelnde Übergangsstadien zur Herstellung einer bestimmten elterlichen Form, als das Endziel des Endwickelungsprozesses, vorübergehend auftreten, um die Existenz von Organismen von bestimmter, zweckmässiger Qualität sicher zu stellen. Aus einem bebrüteten Hühnerei kommt daher bekanntlich nur ein Huhn, selbst kein anderer verwandter Vogel, z. B. Fasan, zum Vorschein. u. s. w.

Der Organismus der Art kann nun allerdings bei sehr vielen Arten durch künstliche Inzucht Veränderungen, sogar bis zur Monstrosität mancher Theile, erleiden. Selbst in freier Natur kann der Typus der Art durch unbekannte innere Störungen, oder durch äussere Einflüsse (Bastardirungen, Clima u. dgl.) modifizirt werden. Wenn dann durch Vererbung die erfolgten Modificationen sich fortpflanzen, so sehen wir allerdings häufig Formen entstehen, die den Anschein selbstständiger Arten haben, bei näherer Untersuchung es jedoch nicht sind, sondern sich als in gewissen Grenzen erfolgende, leicht rückgängige Variationen des Artcyclus ansehen lassen. Zur Würdigung und Deutung solcher vermeintlichen Arten, welche nur zu häufig als echte aufgestellt wurden, bietet ohne Frage die Annahme einer zweckmässig beschränkten Transformations-Fähigkeit vieler, freilich nur der zum Variiren geneigten, mehr oder weniger polymorphischen Arten, ein treffliches Mittel.

In so weit nun die Herren Jäger und Bessels diesen Gesichtspunkt verfolgen und bestrebt sind Urtypen an vermeintlichen Hirscharten nachzuweisen, wird man ihren Bemühungen die Anerkennung nicht versagen können, obgleich die von ihnen angewandten, unzureichenden Mittel noch gar manchen Zweifeln Raum geben. Dem Nachweis der Transformation der wohl begründeten, überaus zahlreichen, Arten kann indessen, nach Maassgabe der bis jetzt vorhandenen Materialien und Kenntnisse, keineswegs die Ausdehnung gegeben werden, welche ihr der *Darvinismus* einräumt. Der Annahme, dass alle Organismen aus wenigen Urformen, oder gar nur aus einer einzigen, entstanden, treten vielmehr nambafte Einwände entgegen.

Wie ich bereits am Schlusse meiner Monographie der Gattung Hyrax nachwies, giebt es solche Formen, deren Ursprung aus einer natürlichen Züchtung sich nicht herleiten lässt. Auch bot die Vorwelt, wie bekannt, überaus zahlreiche Arten, die sich nicht veränderten, so dass sie in Folge äusserer Einflüsse zu Grunde gingen. Selbst noch jetzt fehlt es nicht an überaus zahlreichen Arten, die nicht variiren. Wir sind also wohl zur Annahme einer sehr grossen, für jetzt unbestimmbaren, Zahl von ursprünglichen, artlichen Grundtypen des Thierreichs, ebenso aber auch des Pflanzenreichs berechtigt. Die Herren Jäger und Bessels vermochten es ebenfalls nicht, alle Hirsche, selbst nicht einmal die am meisten typischen (d. h. die unter sich am meisten harmonirenden, gleichzeitig am meisten moschidenähnlichen, durch gefleckte Junge ausgezeichneten), Formen auf einen einheitlichen Typus zurückzuführen, sondern fanden, keineswegs im Einklange mit der Theorie Darwin's, mindestens zwei Typen derselben zulässig. Sie sträuben sich auch mit Recht keineswegs gegen die Ansicht, dass an mehreren Punkten der Erdoberfläche *Hirsche* entstanden seien, halten sie jedoch nicht für definitiv entschieden.

Die *Elene* und *Renthiere* betrachten sie übrigens als anomale (wegen der beharten Schnauze) boreale[1]), in der frühsten Jugend fleckenlose, mit den echten, in der Jugend gefleckten, Hirschen nicht zu vereinende, keine paläontologischen Bindeglieder bietende Formen; über deren Ursprung und spezielle Qualitäten sie jedoch schweigen[2]). Sie bemerken indessen doch: *Cervus megaceros* sei ein paläontologisches Zwischenglied zwischen *Elen* und *Edelhirsch.*

Es möchte daher keineswegs überflüssig sein, die wesentlichsten Abweichnngen des Elens von den andern Hirschen und zwar nicht blos die auf seine äussere Gestalt, sondern

---

1) Was die behaarte Oberlippe und äussere Nasengegend als Charakter borealer Formen anlangt, so findet er sich allerdings bei den borealsten aller Hirsche, den *Renthieren* und *Elenen.* Es kommen indessen in Mittelasien *Elaphi* mit grösstentheils nackter Oberlippe und Nasengegend, nebst Antilopen (*Ant. Saiga* und *gutturosa*) mit ganz beharter Schnauze vor. Selbst Afrika bietet Gazellen mit beharter Schnauze (*Ant. Dama, arabica, Hemprichii, melanotis* u. s. w.) Man kann also Bedenken tragen, die beharte Schnauze für einen lediglich borealen Charakter zu halten. Uebrigens besitzt ja auch, als Uebergangsform zu der der Hirsche, die Oberlippe des *Elens* in der Mitte eine nackte Stelle.

2) Die *Giraffen* und *Sivatherien*, obgleich sie dieselben, als Träger von Rosenstöcken, den Hirschen annähern (was seine Bedenken hat), vermögen Jäger und Bessels ebenfalls nicht von gewissen bekannten Stämmen herzuleiten. Es sind dies aber gerade solche Formen, die, wie auch Hyrax, die Annahme der zu weit greifenden Darwin'schen Züchtungstheorie keineswegs begünstigen.

auch die auf seinen Skeletbau bezüglichen, hier anzuführen um später daraus Folgerungen im Betreff der Stellung zu ziehen, welche es unter seinen Verwandten nach Maassgabe seiner vielen Eigenthümlichkeiten einzunehmen habe.

Fehlten dem männlichen *Elen*, wie dem weiblichen, die Geweihe und wüsste man nicht, dass das Männchen solche aufsetze, so könnte man auf den ersten Blick fast einiges Bedenken tragen das *Elen* für eine hirschartige Form zu halten. Der sehr kurze Schwanz und die Gestalt der Beine würden freilich darauf hinweisen es eher den Hirschen als den andern Wiederkäuern zuzuzählen.

Die äusserlichen Hauptmerkmale, wodurch das *Elen* von den echten Hirschen abweicht, sind: 1) Die plumpere, kürzere, dickere Form. 2) Der besonders durch die namhafte Entwickelung seines Schnauzentheils sehr verlängerte, grosse Kopf. 3) Die sehr grosse, fast viereckige, dicke, die Unterlippe überragende, mit Ausschluss einer centralen, spatelförmigen oder dreischenkligen, nackten Stelle dicht behaarte Oberlippe. 4) Die sehr grossen Nasenöffnungen. 5) Die breite, in der Mitte vertiefte Stirn. 6) Die kleinen von der Spitze der Oberlippe weit entfernten Augen. 7) Die kleinen Thränengruben. 8) Der Mangel der Eckzähne. 9) Die breiten Ohren. 10) Der kurze dicke Hals. 11) Der sehr hohe Widerrüst. 12) Die weniger schlanken Läufe und 13) Die über der Mitte des Metatarsus befindliche äussere Haarbürste. Das alte Männchen charakterisirt sich übrigens durch am Grunde fast horizontale und rundliche, dann aber einfach-schaufelfömige, allmählich nach aussen und oben gebogene, bei alten Individuen oft oder meist nur mit randständigen Zinken versehene Geweihe und einen mehr oder weniger langen, zugespitzten Kehlbart. Die Kälber sind fleckenloos*).

Das Skelet des Elens mit dem der anderen Hirsche verglichen (Richardson, *Voy. of Herald*, verglich es nur mit *Bos* und theilweis mit *Tarandus*) zeigt nach meinen Untersuchungen hauptsächlich folgende zahlreiche Abweichungen.

Der Schädel bietet unter den Hirschschädeln eine abnorme Bildung und daher einen ganz abweichenden Typus. Er ist im Vergleich mit dem der andern Hirsche höher, breiter, besonders breit zwischen den Augen, der Schnauzentheil desselben erscheint vor den viel kürzern und breitern Nasenbeinen wie ausgeschnitten, nebst dem ihm entsprechenden vordern Theil des Unterkiefers viel länger, aber schmäler und niedriger. Die Zwischen- und Oberkiefer sind viel länger und niedriger. Die Nasenöffnung ist viel grösser, namentlich um das Doppelte länger. Die Nasenbeine sind breiter, aber viel kürzer; die Thränengruben ebenfalls kürzer. Die Stirn erscheint zwischen den Augen von einer tiefen Grube eingedrückt. Die Rosenstöcke bieten eine mehr oder weniger horizontale Richtung. Die Stirnbeine bilden zwischen den Rosenstöcken eine sehr starke Leiste. Die obere Fläche der Hirnkapsel erscheint, wegen der stärker abgedachten Scheitelbeine und Schläfenschuppen,

*) Die Höhe des Elens wurde sehr übertrieben. Nach Wangenheim S. 11 war ein sechszehnendiger Hirsch vorn 6′ 2 und mit der 7″ langen Mähne 6′ 9″, hinten 6′ hoch.

schmäler und weniger gewölbt. Das *Foramen infraorbitale* liegt der Augenhöhle näher. Der Hinterhauptskamm tritt viel stärker vor, ist aber oben oft schmäler. Die untern Flügelfortsätze sind gerader, weniger nach vorn geneigt. Die Basis *Cranii* und namentlich der hintere Theil des knöchernen Gaumens ist breiter, sein vorderer Theil dagegen viel schmäler, aber wie die *Foramina incisiva*, viel länger, fast doppelt so lang.

Die obern Backenzähne sind breiter und besitzen auf der äussern Fläche viel stärkere Leisten. Die vordere Hälfte ihrer äussern Fläche tritt im Vergleich zu der hintern der andern Hirsche etwas stärker nach aussen vor. — Die Backenzähne des Unterkiefers sind ebenfalls kräftiger und breiter, die äussern Schneidezähne des Unterkiefers grösser, die mittlern dicker, aber an der Spitze weniger erweitert.

Was das Rumpfskelet des Elens, im Vergleich mit dem der andern lebenden Hirsche, anlangt, so erscheinen alle Knochen desselben massiver und kräftiger, die Halswirbel viel kürzer und breiter, so wie mit stärker entwickelten Fortsätzen versehen, die vordern Rippen, das Brustbein und die Schulterblätter nebst dem Becken breiter. Die den Widerrüst bildenden, geradern Dornfortsätze der vordern Rückenwirbel sind besonders breit und hoch, die untern Hälften der mittlern, sehr breiten Rippen aber auf der Aussenfläche ihres vordern und hintern Saumes gefurcht.

Was den innern Bau anlangt, so bieten die viel stärker als bei allen andern Hirschen entwickelten Lippenmuskeln ebenfalls einen Unterschied. Ueber andere vergleichend untersuchte Weichtheile vermag ich nur mitzutheilen, dass dem Elen der, beim Rennthier vorhandene, Kehlsack wie den echten Hirschen fehlt.

Das Elen ist übrigens eine subboreale Hirschform, welche abweichend vom Edelhirsch im Sommer stets sumpfige Gegenden bewohnt. — Seinen subborealen asiatisch-europäischen Wohnorten gemäss steht das Elen zwischen dem *Renthier* einerseits und dem *Edelhirsche* nebst dem *Reh* andererseits; denn die boreale Grenze seiner Verbreitung fällt dort mit der südlichen des *Renthiers*, seine äquatoriale aber mit der borealen des *Edelhirsches* und *Rehes* zusammen. In Nordamerika, wo das *Reh* fehlt, trifft das *Elen* auf seiner Aequatorialgrenze ebenfalls mit einem leicht modifizirten *Edelhirsch*, dem sogenannten *Cervus canadensis* und, anstatt des Rehes, mit *Cervus macrotis* und *leucurus* zusammen.

Zieht man die eben mitgetheilten, zahlreichen Eigenthümlichkeiten in Betracht, wodurch das Elen von allen andern lebenden Hirschen, das Renthier nicht ausgenommen, sich unterscheidet (obgleich das letztere ebenfalls einen besondern, von dem der andern, lebenden, echten Hirsche abweichenden Typus darstellt), so wird man dasselbe als eine ganz eigene, gewissermassen anomale, Form von noch lebenden Hirschen anzusehen haben, die an und für sich genommen den Letztern ferner steht als das mehr hirschähnliche Renthier. Wenn es blos eine Classification der lebenden Hirsche gälte dürfte daher sogar das Elen von den echten Hirschen weiter zu entfernen sein als das Renthier. Da man indessen die ausgestorbenen Glieder ein und derselben Gruppe, namentlich wenn sie sogar ein und derselben *Fauna* angehörten, von den lebenden nicht ausschliessen kann, so tritt ein an-

deres Verhältniss ein. Das Skelet des bereits ausgestorbenen Riesenhirsches (*Cervus, Megaceros, giganteus*) bietet nämlich so manche die Hirsche mit dem Elen verknüpfende Merkmale, wodurch die unmittelbarere Anreihung des letztern an die echten Hirsche als eine naturgemässere erscheint. Da indessen der Riesenhirsch mehr den echten Hirschen als dem Elen glich, so manifestirt sich dasselbe, trotz seiner Beziehungen zum Riesenhirsch, als besonderer Typus der Familie der Hirsche, den man daher, seiner vielen Eigenthümlichkeiten halber, wohl in morphologischer Beziehung keineswegs als ein Product ansehen kann, welches aus irgendeiner andern Hirschform durch natürliche Züchtung sich herleiten lässt. Für diese Ansicht sprechen auch andere Thatsachen. Das *Elen* bewahrte, wie die fossilen Reste und das amerikanische Elen zeigen, stets so constant seine Form, dass zwischen dem fossilen und lebenden, altweltlichen, wie amerikanischen Elen bisher nicht einmal Racenkennzeichen sich nachweisen lassen. Endlich deutet auch das nur für nördliche, mehr oder weniger gemässigte, höchstens subarctische, sumpfreiche, Strauchvegetation und im Norden zum Winterschutz nahe Wälder enthaltende, Ländergebiete geeignete Naturel desselben auf seine selbständige Typicität hin.

Den von mir bereits am Schlusse meiner erwähnten Monographie der Gattung *Hyrax* in Bezug auf die Unabweisslichkeit der Annahme sehr zahlreicher Urformen der Organismen mitgetheilten, bereits oben näher angedeuteten, Ansichten gemäss wäre also auch für das *Elen* eine solche eigene Urform anzunehmen, woraus sich aber endgiltig nur ein *Elen*, keine andere Form, entwickelte. Die Urform mag allerdings Stadien durchlaufen haben, worin sie mit andern Wiederkäuern (*Moschiden, Anoplotheriden*) möglicherweise vielleicht auch hinsichtlich des noch jetzt bei den Weibchen und den männlichen Kälbern wahrnehmbaren, Geweihmangels eine allgemeine Aehnlichkeit hatte. Auch möchten wir mit Jäger und Bessels die Annahme zulässig finden dürfen, dass selbst die grossen Thiere aus kleinen Urformen hervorgingen, wenn wir erwägen, dass noch jetzt die grössten Thiere aus winzig kleinen Anfängen sich nach und nach entwickeln. Alles dies kann aber nur hypothetisch, oder nach homologischen, nicht selten trügerischen Folgerungen, angenommen, keineswegs aber durch geeignete, bereits vorhandene, Materialien direkt nachgewiesen werden, ja wird sich, da es wohl nur durch in sehr alten Formationen möglicherweise abgesetzte Reste geschehen könnte, vielleicht nie, und zwar um so weniger, nachweisen lassen, da man bei uralten Knochenresten auf starcke Zertrümmerungen oder Zersetzungen sehr häufig gefasst sein muss. Selbst von der Gestalt der mannigfachen Urformen der Wirbelthiere, deren Existenz offenbar in weite Zeitenferne zu verlegen ist, dürften wir wohl deshalb schwerlich jemals genügende Auskunft erhalten, so wünschenswerth dieselbe auch wäre; falls nicht besonders glückliche, ganz unerwartete, Umstände eintreten sollten.

Drittes Capitel.

Ueber die verschiedene Gestalt der Geweihe des lebenden europäisch-asiatischen Elens.

(Hierzu Tafel I.)

Zieht man in Erwägung, welche grosse, formelle Abänderungen der Geweihe beim Edelhirsch, *Renthier* und *Reh* nicht blos in Bezug auf das Alter der Thiere, sondern auch hinsichtlich der sonstigen, alljährlich veränderten, Gestalt, sogar in Bezug auf die Entwickelung der einzelnen Geweihstangen ein und desselben Individuums, sich zeigen, wenn man Gelegenheit hat, eine grosse Menge von Exemplaren zu vergleichen, so wird man, falls die Form des Geweihes als Unterscheidungs-Merkmal dienen soll, namentlich bei fossilen Resten, leicht in Irrthum verfallen können, da nicht häufig wohl erhaltene, ganz charakteristische, Stücke zu Gebote stehen, die man mit einer reichen Sammlung von Geweihen verschiedener Hirscharten vergleichen kann. Leider sind solche Irrthümer nicht blos bei der Aufstellung dem *Edelhirsch* oder *Renthier* verwandter (genau genommen aber von ihnen nicht unterscheidbarer) Hirscharten mehrseitig begangen worden, sondern man hat auch nach Geweihresten des Elens, an dessen Geweihen die einzelnen Stangen ebenfalls oft sehr bedeutende Unterschiede bieten, mehrere Arten aufzustellen versucht.

Obgleich nun bereits v. Wangenheim, Cuvier, H. Smith, Goldfuss, Herm. v. Meyer, Bujack, Pusch und Kaup[1]) über die Geweihbildung der lebenden Elene Mittheilungen machten, so scheint mir doch eine nähere Erörterung der Geweihbildung des asiatisch-europäischen Elens, theils im Betreff der vermeintlichen fossilen Arten, theils in Bezug auf den Nachweis seiner Identität mit dem amerikanischen durchaus nicht überflüssig, wenn sie, wie dies von mir erstrebt wurde, den Zusammenhang der scheinbar verschiedenen Geweihtypen nachweist und durch getreue Abbildungen erläutert.

Betrachtet man das vollständig entwickelte Geweih[2]) des Elens im Allgemeinen, so lässt sich dasselbe im Wesentlichen folgendermaassen charakterisiren. Auf einem kurzen, mehr oder weniger horizontal nach aussen gewendeten, rundlichen, meist aber von oben nach unten etwas comprimirten, Knochenzapfen des Stirnbeins, dem Rosenstocke, erhebt sich

---

1) Auch W. Wittich (*Description of the horns of the Prussien Elk Journal Royal Institutions Vol. I. 1831 p. 118.—121*) besprach die Geweihbildung des Elens. Leider fehlt in den St. Petersburger Bibliotheken gerade Bd. I. der citirten Zeitschrift.

2) Gewöhnlich bezeichnet man beim Elen jede einzelne Geweihhälfte als Schaufel, was indessen aus zwei Gründen nicht passend erscheint. Die jüngern Elene besitzen ja keine Schaufeln, und bei den alten bilden dieselben oft nur einen, wenn auch grössten, Theil der einzelnen Geweihhälften. Um daher eine für alle ältern und jüngern Geweihe gleichförmige, auch den Geweihen anderer Hirsche entsprechende, Nomenclatur zu erzielen, habe ich für jeden der beiden Theile des Geweihes den Ausdruck Geweihstange oder Geweihstock für Schaufel gewählt. Am Geweihstock oder der Geweihstange ist der rundliche, meist etwas comprimirte Basaltheil (Geweihstiel) und der eigentliche Geweihtheil zu unterscheiden. Der letztere zerfällt in einen vordern, dem sogenannten Augenspross der eigentlichen Hirsche entsprechenden Theil (Augensprosstheil), der nicht selten auch zur Schaufelbildung hinneigt, und den obern oder hintern, meist viel grössern, stets schaufelförmigen (eigentlichen Schaufel- oder Hintertheil oder Hinterspross), mit welchem aber der Augensprosstheil häufig verschmilzt.

jederseits der meist kurze, zuweilen auch etwas verlängerte, rundliche, ziemlich rauhe, wie bei allen Hirschen unten von einem ansehnlichen, sehr rauhen, Knochenringe (Rose) umgebene Basaltheil (Stiel) des Geweihes, als Träger der eigentlichen Geweihtheile. Dieselben bestehen an jeder Geweihstange, nach Maassgabe ihrer frühern, vom Alter der Individuen abhängigen, Gestalt, wie bei den andern, mit einem ästigen Geweih versehenen, Hirschen, aus einem vordern, untern Augensprosstheil (Augenspross) und einem hintern, oberen, bei alten Thieren stets grössern, schaufel- oder löffelförmigen, unten convexen, oben concaven, an seiner untern Hälfte mehr oder weniger horizontalen. mit seiner obern Hälfte aber mehr oder weniger nach oben gebogenen Hinterspross oder Endspross. Derselbe trägt an seinem obern Rande kürzere oder längere, mehr oder weniger konische, bis auf 12 oder 13 der Zahl nach gesteigerte, meist aber an Zahl geringere, Zinken, so dass das vollständige Geweih sehr alter Individuen, die Zinken des Augensprosstheils eingerechnet, deren gegen 28 besitzen kann, wiewohl es deren meist weniger bietet. Der Augenspross kann sich entweder mit dem Hinterspross zu einer einfachen Schaufel vereinen (Taf. I, Fig. 1, 12 und 16, so wie Fig. 3 rechterseits), oder er kann selbst bei Geweihen sehr alter Thiere als vom Hinterspross mehr oder weniger gesonderter Theil auftreten. Im eben erwähnten, sehr häufigen, Falle ist er einfach, oder in 2—4 Zinken gespalten, mehr oder weniger konisch und gebogen, nicht selten aber auch abgeplattet (Taf. I, Fig. 2, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 14 und Fig. 3 linkerseits). Zuweilen kann er (ebd. Fig. 15) eine so ansehnliche Grösse und breite Form besitzen, dass er gleichsam eine kleine vordere Schaufel darstellt.

Der vordere Theil (Augentheil oder richtiger Augenspross des Geweihes) kann übrigens an jedem Stocke des Geweihes desselben Individuums sich verschieden verhalten. Beim ziemlich alten Exemplar des Elens des Museums der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften ist der Augenspross des rechten Geweihstockes (vergl. die unten stehende Figur, welche das fragliche Geweih darstellt) einfach, ziemlich rundlich und lang, wie bei den





*

jungen, dreijährigen Männchen (*Taf. I, Fig. 6, 7, 8*), während der linke (in der Entwickelung fortgeschrittene) erweitert und dreigespalten, wie in *Taf. I, Fig. 14* u. *15*, erscheint. Der Endtheil (Hinterspross) kann ebenfalls an jeder der beiden Geweihstangen verschieden sich verhalten. Zum nähern Verständniss der abweichenden Formen des Elengeweihes wird es indessen nöthig sein auf die allmähliche Entwickelung desselben näher einzugehen.

Bald nach der Geburt entsteht nach v. Wangenheim (S. 33) jederseits über dem Auge ein Buckel, der bis zum September gegen einen Zoll hoch wird und den Rosenstock darstellt.

Im zweiten Jahre sprosst aus demselben ein bis einen Fuss langer, konischer, einfacher, dem künftigen Hinterspross entsprechender, Spiess (Tafel I, Fig. 5) hervor.

Im dritten Jahre wird meist ein gegabeltes Geweih (Tafel I, Fig. 6) aufgesetzt, jedoch soll auch zuweilen nur die Bildung eines einfachen Spiesses erfolgen (v. Wangenheim).

Die fragliche gegabelte Form bietet indessen Verschiedenheiten. Die Geweihstangen können blos eine vordere, untere Zinke (Augenspross) und eine einfache obere, hintere (Hinterspross oder hintern Theil des Geweihes) bieten (Tafel I, Fig. 6), oder aber der obere Spross kann am Ende sich spalten (ebd. Fig. 8), oder in zwei Zinken theilen (ebd. Fig. 7); sogar die obere Zinke kann am Ende gespalten sein (ebd. B.). Auch scheinen, da nach v. Wangenheim vierjährige Thiere bereits sechs Geweihzinken bilden, bei dreijährigen, ausser den genannten, noch folgende andere Geweihformen aufzutreten. Der Augenspross kann sich, ebenso wie der Hinterspross spalten und ebenso wie er stark erweitern (Taf. I, Fig. 2), ja wohl gar ihn an Grösse übertreffen (Taf. I, Fig. 9). Umgekehrt kann aber auch der Augenspross kleiner und konisch entweder einfach bleiben (ebd. Fig. 3 rechts), oder sich am Ende spalten (ebd. Fig. 10, 11), oder ganz theilen, während der hintere, obere, eigentliche Geweihtheil sich stärker, oft viel stärker, namentlich in die Breite, entwickelt (ebd. Fig. 2, 10). Die grössere Entwickelung in die Breite ersetzt er übrigens nicht selten durch Bildung längerer Zinken (ebd. Fig. 11), deren oft sogar, wie beim Skelet unseres Museums, nur zwei vorkommen. Der Augensprosstheil kann aber auch, was sehr häufig geschieht, mit dem Hintertheil der Geweihstange mehr oder weniger verschmelzen (Taf. I, Fig. 14, 15, 16), oder sich ganz damit vereinen (ebd. Fig. 12). Nach v. Wangenheim sollen vierjährige Hirsche sechs Enden am Geweih haben, erst im fünften aber, zu welcher Zeit das Elen seinen Wuchs vollendet hat, sollen sich kleine Schaufeln bilden, die mit den Jahren zunehmen. Jedoch sah er, wie auch ich bis jetzt, nie mehr als 28 Enden (Zinken), d. h. je 14 an jeder Geweihstange. Die allgemein gehaltene Angabe v. Wangenheim's, dass die Schaufeln mit den Jahren zunehmen, erfordert indessen noch nähere Untersuchungen, wenn es gilt, die verschiedenen Geweihformen auf bestimmte, individuelle Alterszustände zu reduziren. Ueberhaupt möchte es aber schwierig sein, das Alter der Elenhirsche, welche das sechste Jahr überschritten haben, stets ganz genau angeben zu können, da die Bildung der Geweihe so sehr abändert und die Zahl ihrer Zinken ebenfalls variirt. Auf Grundlage der Angabe v. Wangenheim's würde z. B. der Taf. I, Fig. 12 von mir dargestellte Geweihstock (Schaufel) einem vierjährigen Thiere zu vindi-

ciren sein. Es bilden jedoch, wie bereits angedeutet, bei weitem nicht die Geweihstöcke aller Individuen solche vollständige Schaufeln, wie sie auf Tafel I, Fig. 1 u. 6 dargestellt sind. Bei manchen grossen Geweihen, die offenbar mehr als fünfjährigen Thieren angehörten, ist vielmehr der Augensprosstheil mehr (ebd. Fig. 4, 13, 14) oder weniger (ebd. 15) gesondert, oder endlich (ebd. 16) wohl gar nur durch eine schwache Ausbuchtung angedeutet. Die vollständige einfache Schaufelbildung giebt also kein Merkmal zur Altersbestimmung*).

Fasst man die eben über die Geweihbildung des Elens gemachten Bemerkungen zusammen, so ergiebt sich, dass man bei den alten Elengeweihen im Allgemeinen zwei Haupttypen der Geweihentwickelung annehmen kann. Der eine Typus umfasst die Geweihe, an denen der Augensprosstheil sich mit dem hintern Hauptheile so vereint hat, dass der Geweihstock eine einfache Schaufel ohne Augensprosstheil darstellt (Tafel I. Figur 12 und 16). Der zweite Typus wird durch die Geweihe dargestellt, welche einen mehr oder weniger deutlich gesonderten Augensprosstheil besitzen (Tafel I. Figur 4, 13, 14). Es finden sich indessen, wie schon oben angedeutet wurde, Uebergangsstufen vom einem zum andern Typus, wie der Figur 15, und theilweis selbst Figur 16 dargestellte Geweihstock nachweisen. Die beiden aufgestellten Typen berechtigen also keineswegs zur Trennung des europäisch-asiatischen Elens in zwei Arten, ja sie bieten nicht einmal Racenkennzeichen, besonders wenn wir uns der oben (Seite 11) gemachten Bemerkungen erinnern, dass das Geweih des alten Exemplars unseres Museums an dem einen Stocke (dem rechten) einen einfachen, langen Augenspross als Extrem des ersten Typus zeigt, während der andere (linke) Stock einen breiten, dreizinkigen, kürzern, etwas zur Schaufelform hinneigehenden, Augenspross als deutliche Uebergangsform (Mittelform) zum zweiten Typus bietet. Dass überhaupt oft die Geweihstangen desselben Individuums Verschiedenheiten bieten, zeigen die Taf. I, Fig. 3 und 4 dargestellten Geweihe. Der erste Typus lässt sich übrigens, weil er sich von der jugendlichen Entwickelungsstufe durch die Verschmelzung des Augensprosstheiles am meisten entfernt, als der mehr vorgeschrittene betrachten. Der zweite Typus stellt dagegen in Bezug auf das Vorhandensein des mehr oder weniger einfachen Augensprosses gewissermaassen einen gar nicht oder wenig fortgeschrittenen, jugendlichen, Zustand dar.

Die Frage, welcher von den beiden Geweihtypen der vorherrschende unter den lebenden Elenen sei, oder ob beide gleich häufig vorkommen, wage ich zur Zeit noch nicht zu entscheiden, da zu einer gründlichen Entscheidung derselben eine überaus grosse Menge von Geweihen aus den verschiedensten Ländern gehört. — Pusch (a. a. O. S. 75) dürfte

*) Was die Bildung der Geweihe anlangt, so machte Hamilton Smith (*Jardine Natur. Library III p. 128*) folgende von den v. Wangenheim'schen zum Theil abweichende Angaben. The incipient horns appear the first year to the length of an inch; the second they rise to a foot; the thirt the are forked; the fourth they first assume six snags, and are somewhat attened; fithe fifth year the blade is still small, but the expansion from that time forward is uniform. The snags sometimes amount to twenty-eight. Woher die Angaben stammen, ob sie an lebenden Thieren, wie die v. Wangenheim'schen, gemacht wurden, oder von Geweihen herrühren, die er in den Sammlungen sah, ist nicht gesagt. Das Letztere scheint der Fall zu sein.

indessen nicht ganz Recht haben, wenn er Geweihe, welche die auf meiner Taf. I. Fig. 15 nach ihm dargestellte Schaufelform bieten, für die (d. h. bei ältern Individuen) am häufigsten vorkommenden erklärt. Sie mag allerdings eine sehr häufige sein.

H. v. Meyer (a. a. O. p. 477) meinte: die vorhandenen Abbildungen und gezeigten Thiere erweckten den Glauben: das Elen besitze jetzt kleinere Schaufeln als ehedem, und fragt, ob wir eine solche Grössenverringerung anzunehmen hätten. Er sagt ferner, in der Mittelzeit der Existenz der Species seien die Geweihe wohl am grössten gewesen.

So weit meine Kenntnisse hinsichtlich der Grösse der Geweihe reichen, scheint allerdings zur Blüthezeit der Elenverbreitung (siehe unten) auch die Zahl der mit sehr grossen Geweihen versehenen Individuen eine viel grössere als gegenwärtig gewesen zu sein. Es giebt indessen auch noch jetzt, besonders in Nordasien und Nordamerika, Elenhirsche mit sehr mächtigen Geweihen. (Man vergl. die Abbildungen der Geweihe von lebenden auf Taf. I, Fig. 4 und 16, und Taf. III, Fig. I mit denen fossiler Elenne auf Taf. II, Fig. 1, 11 und 12).

Viertes Capitel.

Ueber die bisher in der Erde oder in Torfmooren vieler Länder gefundenen Reste des Elens.

Reste des Elens hat man sowohl in ältern, sogenannten diluvialen, als auch in alluvialen Erdschichten, so wie in Torfmooren, verschiedener Länder Europas vom Norden nach Süden von Skadinavien bis Oberitalien und vom Westen nach Osten, von Frankreich bis zum Altai, gefunden, wie ich in den nachstehenden Mittheilungen näher nachweisen werde.

Ueber das Vorkommen von Elenresten in Oberitalien.

Als südlichster, europäischer, bisher bekannter Fundort ist die Lombardei anzusehen. Das Frankfurter (Senkenberg'sche) Museum besitzt nämlich durch Rüppel eine schon von Breislak (*Mem. dell. Instituto Ital. Milano*) erwähnte, von H. v. Meyer (*Nov. Act. Ac. Caes. Leop. T. XVI p. 465* und *469*) näher beschriebene und (*ebd. Taf. XXXIII Fig. 1* und *2*) abgebildete Geweihschaufel aus dem Diluvialthon der Lombardei, worin sie mit Knochen des Bisons zusammenlag. Es ist dieselbe, welche Kaup *a. a. O. Taf. IV, Fig. 1* und ich *Taf. II, Fig. 9* copiren liessen.

Ueber Elenreste in der Schweiz.

In der Schweiz fand man im Kanton Luzern, bei Wertenstein, auf einem Acker in geringer Tiefe ein Elengeweih (*Meisner, Museum d. Naturgesch. Helvetiens 1820 № 9* u. *10.*

Nach H. v. Meyer (*Nov. Act. Acad. Caes. Leop. XVI. 465*) unterscheidet sich der erwähnte Geweihstock nicht von dem des lebenden Elens, dem ihn übrigens auch Rütimeyer (*Faun. d. Pfahlb. S. 63*) ohne Bedenken mit Recht vindizirt. Von einem zweiten, bei Gott-

haus im Kanton Thurgau, gemachten Funde fossiler Reste des Elens berichtet Rütimeyer (*Untersuchungen über die Fauna der Pfahlbauten S. 59*). Gegen seine (*S. 241*) ausgesprochene Meinung: das Elen mit dem Ur und Wisent sei erst nach dem Renthier in der Schweiz aufgetreten, möchte aber die Accomodationsfähigkeit des Letztern an kältere Wohnorte, und sein dadurch ermöglichtes Vorkommen in sehr nördlichen Gegenden sprechen, so dass es dem Einflusse der Eiszeit an nördlichern Wohnorten länger widerstehen konnte, also länger an seinen frühern Aufenthaltsorten zu verweilen vermochte als das Elen, der Ur und der Wisent. Den auffallendsten Beleg hierzu dürfte sein Vorkommen in Spitzbergen bieten, von wo es nicht auswandern konnte.

Einen noch umfassendern Beweis als die erwähnten Reste für die früher sogar häufige Verbreitung des Elens in der Schweiz bekunden die Untersuchungen Rütimeyer's (*Fauna d. Pfahlbauten S. 63*), denen zu Folge sämmtliche Pfahlbauten des Steinalters von Pfäffikon bis Concise ein Contingent von Elenresten stellten.

Die Funde von Elenknochen in der Schweiz bestätigen übrigens die von Strabo aus Polybius mitgetheilte Angabe vom Vorhandensein des (damals möglicherweise von den Bewohnern der Pfahlbauten gejagden) Elens in den Alpen zur Zeit der punischen Kriege.

Fossile Elenreste Frankreichs.

In Bezug auf das Vorkommen fossiler Elenreste in Frankreich sind mir bisher nur folgende drei Fälle bekannt geworden, obgleich dasselbe, wie wir unten sehen werden, noch von Pausanias als Bewohner des Landes der Celten bezeichnet wird.

Ein bei Issoire (Puy-de-Dôme) gefundenes Elengeweih soll nach G. Fischer schon von Devèz de Chabriol und J. B. Bouillet in ihrem *Essai géolog.* beschrieben und *Pl. IX Fig. 1* und *2* abgebildet worden sein. Ich selbst habe leider das Werk nicht einsehen können.

Theilleux fand Knochen vom Elen im Diluvium von Niort (*Patria p. 514*) Gervais *Zool. et paléont. franc. p. 144.*

Garrigou (*Étud. comparat. p. 25*) erwähnt unter den beim Dorfe Soute im Departement der untern Charente in Steinbrüchen gefundenen Knochen von *Felis*, *Elephas*, *Rhinoceros*, *Tarandus*, *Equus etc.* auch Reste *des Elens.*

Fossile Reste des Elens in Grossbritannien gefunden.

Es ist auffallend, dass auch aus Grossbritannien, welches so reich an Resten des Riesenhirsches ist, bisher nur drei Elenreste mir bekannt geworden sind. Sollte etwa der Riesenhirsch, von dem man sogar mehrmals ganze Skelete in Irland fand, dort, wenigstens theilweis, das Elen ersetzt haben?

H. v. Meyer *a. a. O. p. 471* bespricht die fossile Schaufel eines Elens aus Irland, welche sich im Leydener Museum befindet, und liess sie *Taf. XXXII, fig. 3* abbilden. Eine Copie derselben findet sich bei Kaup *a. a. O. Taf. IV, Fig. 2* und auf unserer Taf. II,

Fig. 10. H. v. Meyer *a. a. O. p. 472* erwähnt auch, dass Hibbert (*Edinb. Journ. of Scienc. 1830* (*April*) *S. 301*) von einem auf der Insel Man gefundenen Elengeweih spreche.

Owen zählt weder in seinen *British foss. mammalia*, noch in seiner *Palaeontologie* fossile Reste des Elens auf. Eine im Naturhistorischen Museum zu Newcastle aufbewahrte Geweihstange, die zu Chirdon Burn unter dem jüngern Torf, und theilweis im unterliegenden Marl, gefunden wurde, erwähnen Dawkins und Sanfort (*Palaeontogr. Soc. XVIII, p. XIII*). Der Marl ist von gleichem Alter mit dem, worin man Reste des *Urus* und *Cervus megaceros* in Schottland fand.

Elenreste in Dänemark und Jütland.

Das Königliche naturhistorische Museum zu Copenhagen enthält Skelettheile, namentlich Schädel und Geweihe, welche in Dänemark in Torfmooren gefunden wurden, sich aber von denen des lebenden Elens keineswegs unterscheiden (Reinhart, *Det kongelige danske Videnskabernes Selskabs naturvidenskabelige Afhandlingar. Kopenhagen 1824.* Th. I, p. 76, Oken, *Isis 1845, p. 43*).

Elenknochen wurden übrigens auch in Jütland ausgegraben (Molbech, *Ungdoms vandringer II. 290*).

Fossile Elenreste Schwedens.

Nilsson (*Skandinavisk Fauna, 2 Uppl. I. p. 490*) berichtet, dass man im südlichen Schonen und an noch andern Orten in tiefern Schichten älterer Torfmoore Reste des Elens, und zwar nicht blos Geweihe, sondern zuweilen ganze Skelete, so in Schonen mit Knochen des Ur, des Wisent, des Wildschweins und anderer Thiere der ältesten postpliocaenen Fauna des Landes gefunden habe. Er bemerkt dabei, das südliche Schonen sei derjenige Theil der Halbinsel, welchen das Elen mit andern aus Deutschland eingewanderten Thieren, nach der Ablagerung der erratischen Blöcke, zunächst betrat. In der Nähe von Lund, bei einem alten Kloster, entdeckte man ganz frische, theilweis bearbeitete Knochen des Elens. Auch selbst an verbildeten und exostosirten Geweihen fehlte es bei den Funden nicht. Uebrigens sollen nach ihm die ausgegrabenen Skelete beweisen, dass früher das Elen weit grösser gewesen sei. Wir erfahren endlich von ihm, dass es in Schonen in Folge der Gothischen Gesetze für ein schädliches Thier erklärt worden sei, welches Jedermann erlegen konnte, weshalb es in Westgothland bald gänzlich verschwand.

Fossile Elenreste Deutschlands.

Aus keinem andern Lande sind bisher die Funde so zahlreicher Elenreste angezeigt worden, als aus Deutschland. Das Hauptcontingent haben bisher Preussen und Mecklenburg gestellt.

Im Schleswigschen bei Wrist fand man eine Geweihschaufel (*Mittheil. des Vereins zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse. 1859, S. 70*).

Ueber die zahlreichen in Mecklenburg entdeckten fossilen Skeletreste des *Elens* hat

Lisch in den *Jahrbüchern des Vereins für Mecklenburgische Geschichte. Jahrgg. II. 86, V. 122, VI. 67, X. 418, XV. 362, XVI. 351, XXVI. 301, XXVII. 172, XXIX. 281* und *XXXI. 120* berichtet. Ueber andere aus den Mecklenburger Pfahlbauten spricht Boll (*Bericht über die Mecklenb. Pfahlb. Archiv für Nat. Jahrgg. XXI, S. 538*).

Blasius (*Fauna der Wirbelth. Deutschl. Säugeth. S. 436*) bemerkt, dass im Braunschweigschen häufig fossile Reste des Elens vorkommen. Uebrigens spricht schon mein theurer Freund R. Göppert (*Schlesische Provinzialblätter. 1828. St. 8, S. 110*) von Elengeweihen, die im Torflager bei Wechelde und bei Supplingenburg im Herzogthum Braunschweig gefunden wurden. Auch berichtet er (ebend.) von bei Burgtonna in einer Höhle entdeckten.

Bei Langwaden, einem Dorfe in der Nähe der Bergstrasse, wurde 1833 in einer Tiefe von 21 Fuss die rechte Schaufel eines Elens gefunden, welche im Darmstädter Museum aufbewahrt wird. Es ist dieselbe, welche Kaup *a. a. O. Taf. IV, Fig. 6* darstellen liess, und wovon unsere Tafel II, Figur 11 eine Copie liefert.

Eine bei Gräfenrheinfeld, unfern Schweinfurt, während des Maindurchstichs, in einem moorigen Gebilde, gefundene, im Würzburger Naturalienkabinet aufbewahrte, Geweihschaufel beschrieb H. v. Meyer *a. a. O. p. 481* und liess sie Taf. XXXVII abbilden. Eine verkleinerte Copie davon findet sich bei Kaup *a. a. O. Taf. IV, Fig. 2,* und auf meiner *Taf. II, Fig. 8.*

In einem Torflager der Oberlausitz, bei Bellmannsdorf im Lauban'schen Kreise, grub man 8′ unter der Oberfläche ein Elengeweih aus, welches sich in der Sammlung der Naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz befindet (R. Göppert a. a. O.). — Hr. Prof. Geinitz schreibt mir gütigst: «In Sachsen ist vom Elen noch nichts gefunden worden, wohl aber in der Preussischen Niederlausitz in dem Torfmoore von Golssen. Ein fast vollständiges Geweih soll nach Mittheilung des dortigen Apothekers C. R. Schumann in dessen Besitz sein. Ich selbst habe es nicht gesehen».

In Schlesien, unweit Massel bei Trebnitz, wurde im Jahre 1725 ein fossiles Elenskelet in einer Tiefe von 18—20 Fuss in einem Weingarten gefunden, welches der Pastor von Massel, Herrmann, in seiner *Maslographie. Oels 1729.* beschrieb und abbilden liess.

Fast 100 Jahre später, wie mein alter, theurer Freund R. Göppert in seiner bereits schon oben citirten ersten paläontologischen Arbeit: *Ueber fossile, in der Gegend von Wittgendorf bei Sprottau gefundene organische Reste* (*Schlesische Provinzialbl. a. a. O.*) berichtet, hat man in einer Mergelschicht, die unter einer 8 — 10 Fuss mächtigen Torfschicht, welche von einer 1½′ dicken Schicht von Sand- und nur ¼′ mächtigen von Dammerde bedeckt ist, sich befindet, ausser Resten von *Mammuth, Bos, Cervus tarandus* und *megacerus*, das Bruchstück des Geweihes eines jungen Elens nebst dem kolossalen, fast vollständigen Geweihstock eines alten Individuums gefunden. Die von ihm näher beschriebenen Reste befinden sich im Museum der Universität Breslau.

Hensel in seinem *Verzeichniss der fossilen Säugeth. Schlesiens* (*Schriften der schlesischen Gesellsch. für vaterl. Cultur. Breslau 1852*; Froriep, *Tagesberichte. Zoologie. Bd. III.*

1852. № 589, p. 110) führt in Schlesien gefundene Elengeweihe auf, deren Fundorte er nicht näher bezeichnet. Es sind wohl die von Göppert beschriebenen, wenigstens theilweis gemeint.

Mein Freund Gehr. Göppert schreibt mir übrigens, bei Gelegenheit seiner gefälligen Mittheilungen über das frühere Vorkommen des Elens in Schlesien (s. unten): «So eben erhalte ich die Basis und einen nicht zu verkennenden verbreiterten Theil eines Elenhorns, die man in der Stadt *Bunzlau*, im westlichen Schlesien, in und mit Urnen in einem heidnischen Grabe gefunden, so viel ich weiss der erste Fund dieser Art in unserer Provinz».

In Obersteier wurden Reste des Elens mit denen des Edelhirsches und Höhlenbären von Osc. Schmidt entdeckt (*Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-nat. Cl. Bd. 37 p. 249*).

Bereits 1734 grub man bei Johannisberg in Preussen eine fossile Elenschaufel aus (Pusch, *N. Jahrb. für. Miner. Jahrg. 1840, S. 73*).

Der Hr. Prof. Beyrich und Dr. Kunth waren auf meinen Wunsch so gütig, meinem Freunde Ratzeburg die Ansicht der im Mineralogischen Museum der Berliner Universität aufbewahrten Elenreste zu gestatten und ihm dabei gefälligst ihre Bemerkungen zu machen.

Die genannte Sammlung enthält ausser mehreren Resten von unbekannten Fundorten folgende Stücke:

1) Einen ziemlich gut erhaltenen Schädel, mit zwar zerbrochenem, aber charakteristischem Geweih. Derselbe wurde 1854 in der Gegend von Elbing auf der Feldmark von Schwansdorf, im kleinen Marienburger Werder, beim Ausgraben eines Mühlengrabens, in einer Tiefe von 12 Fuss gefunden. Und
2) eine einzelne, bedeutend schwere Schaufel, welche man aus einem Moorgrunde der Feldmark Lauenhagen bei Strausberg in der Mark hervorzog.

Zu Folge der gütigen Mittheilungen des Hrn. Dr. Kunth wurde nach Klöden (*Versteinerungen der Mark Brandenburg*) in Berlin selbst bei einem Hausbau, an der Ecke der Kronen- und Jerusalemer Strasse, ein Elengeweih gefunden, dann auch bei der Anlage des Hamburger Bahnhofes.

In der Sammlung der Berliner Bergakademie sind ferner nach Kunth Elenreste aus dem bei Brandenburg gelegenen Torfbruch von Linum (Dr. Eck) und dem bei Magdeburg befindlichen von Wolmirstaedt aufbewahrt.

Wenn daher auch Virchow in seinem trefflichen Aufsatze (*Ueber die Pfahlbauten im nördlichen Deutschland*) sagt, dass es an begründeten Nachrichten über das Vorkommen des Elens in Pommern und vielleicht auch in der Mark während der historischen Zeit fehle, so möchte man doch den eben angeführten Funden zu Folge um so mehr zur Annahme geneigt sein, in der allerfrühesten Periode Deutscher Geschichte hätten noch Elenthiere in der Mark und wohl auch in Pommern existirt, als dieselben noch jetzt in Ostpreussen sich finden.

Ueber das Vorkommen fossiler Elenreste in den Russischen Ostseeprovinzen.

G. Fischer (*Bulletin des nat. de Moscou. T. III. 1831. p. 155*) erhielt eine bei *Fellin*

ausgegrabene Geweihstange eines jüngeren Elens, die er beschrieb, abbilden liess und einer eigenen Art *Cervus fellinus* vindizirte.

Als Ueberrest eines zerfallenen Skeletes wird (*Correspondenzblatt des naturforschenden Vereins zu Riga XII. I und XIV. n. 5*) eine in Livland gefundene Geweihschaufel erwähnt.

Grewingk (*Geologie Liv- und Kurlands S. 111*) spricht von einer bei Bühelap auf der Insel Dagden entdeckten Schaufel.

In den Russich-Polnischen Gouvernements gefundene Elenreste.

Ein von Pusch (*N. Jahrb. für Miner. 1840 p. 70*) beschriebenes, ebd. *Taf. IV. A. Fig. 1* abgebildetes (auf unserer Taf. II. Figur 1 copirtes) grosses Elengeweih wurde an den sumpfigen Ufern des Bug bei Wyszkow gefunden.

Im Grodno'schen Gouvernement am Flusse Switsch hat man ein Geweih nebst einem Schädelrest entdeckt (Eichwald *Lethaea III p. 368*).

Das Akademische Museum erhielt aus Warschau eine schöne, grosse Geweihschaufel, die höchst wahrscheinlich aus Polen stammt. (Siehe *Taf. II Fig. 12*).

Im eigentlichen Europäischen Russland entdeckte Reste des Elens.

Eichwald (*Leth. III p. 368*) erwähnt im Gouvernement Pskow vorgekommener Geweihreste.

Ein 1765 in Ingermannland gefundener Schädel, der ein stark verbildetes, mit zahlreichen, den Blättern des Krauskohls nicht unähnlichen, knochigen Auswüchsen völlig besetztes Geweih trägt, wurde zwar 1771 von Beckmann in den *Novi Commentarii Societatis regiae Scient. Gottingensis T. II. Gottingae 1772 p. 88* als *Tetrapodolithus Cervi ignoti* beschrieben, jedoch das Geweih ganz richtig für ein exostosirtes Elengeweih erklärt. Es ist dasselbe, wovon Berthold (*Nov. Act. Acad. Caesar. Leopold. V. XXII. P. 2 p. 431*) eine neue ausführlichere Beschreibung nebst Abbildung lieferte.

Der District Nerechta des Gouvermants Kostroma lieferte einen jüngern, fossilen Elenschädel, welchen Roullier (*Bull. des nat. de Moscou 1846 p. 389*, G. Fischer's *Jubil. semisec. p. 5*) einer angeblich neuen Elenart (*Alces resupinatus* Rouill.) vindizirte und abbilden liess.

Der von Fischer (*Bullet. des nat. de Mosc. VIII. 1834 p. 439, Oryctogr. d. Gouv. de Moscou p. 117. T. III. c.*) einem *Cervus savinus* (*Alces savinus* Roullier) vindizirte Schädel wurde 60 Werst von Moskau am kleinen Flüsschen Ruta, welches in die Protva fällt, auf dem Gute eines Hrn. Savin gefunden.

Das im Orel'schen Gouvernement entdeckte Geweih eines Elens beschreibt Borissjak (*Bullet. des nat. de Moscou 1848 T. XXI, p. 595*).

Reste des Elens wurden auch im Charkow'schen Lehrbezirk ausgegraben (Czernay *Bullet. des nat. de Mosc. 1851*), wo es jetzt keine lebenden Elene mehr giebt.

*

In der Gäsikow'schen Sammlung des hiesigen Kaiserl. Berg-Institutes finden sich fossile Geweihe aus dem simbirskischen Gouvernement.

Die von A. v. Nordmann (*Palaeont. Südrussl. p. 228*) einer *Alces spec. indeterminata?* zugeschriebenen, aus Odessa und dem nahen Nerubaj stammenden, Reste werden von ihm zwar nur zweifelhaft als Elenreste erklärt, könnten aber doch dem lebenden Elen angehört haben (siehe unten).

Fossile Elenreste in Ungarn.

Nach Grossinger (*Histor. phys. regni Hungariae I. p. 509*) hat man in der Theiss und an andern Orten in der Erde Knochen des Elens gefunden, namentlich wohl Geweihe.

Fossile Elenreste aus Sibirien.

Das Museum der Akademie der Wissenschaften verdankt der Güte des Hrn. v. Tschichatscheff eine aus dem Altai mitgebrachte Geweihschaufel eines jüngern Elens.

In demselben Museum wird ein Radius nebst der Ulna aufbewahrt, welche Hr. v. Helmersen aus einer der tscharyscher Höhlen mitbrachte (J. F. Brandt: *Neue Untersuchungen über die in den altaischen Höhlen aufgefundenen Säugethierreste Bullet. sc. de l'Acad. Imp. de Scienc. des St.-Pétersb.* (*III. Sér.*) *T. XV.* (*1870*), *Mélanges biolog. T. VII. p. 390.*)

Fossile Elenreste aus der Südhälfte Asiens.

Lieutenant W. E. Baker (*Journal of the asiatic society of Bengal Vol. IV p. 506*) hat im Haripur-Pass an der westlichen Abdachung des Himalaya gefundene, in der Sammlung von Dadupur (Cis-Sutley oder Sirhind 5 Meilen vom rechten Ufer des Jumna) aufbewahrte Reste eines grossen Wiederkäuers erwähnt und dieselben Pl. XLIV abbilden lassen. Sie bestehen aus zwei Wirbeln, einem Hinterhaupts-Condylus und einem Geweihrest. Er vindizirt dieselben dem Individuum eines Elens, das die doppelte Grösse eines *bullok of Hindostan* besass, so dass es also dadurch vom europäischen abwich. Was den Fig. 1 *a. b.* abgebildeten Epistropheus anlangt, so gleicht er allerdings einem Elenwirbel, während das Fig. 3 dargestellte Geweihbruchstück als Rest einer schaufelförmigen, der des Elen ähnlichen, Geweihstange sich ansehen lässt. Die beiden letzterwähnten, aus der Zahl der von Baker abgebildeten Reste allein einigermassen charakteristischen, Stücke dürften aber doch noch nicht hinreichen um sie mit Sicherheit mit den homologen Theilen des lebenden Elens zu identifiziren.

Was die Funde von fossilen Resten des Elens in verschiedenen Ländern Europas anlangt, so habe ich mich zwar bemüht dieselben zusammenzustellen und um einige in Russland gemachte zu vermehren, die früher so ausgedehnte Verbreitung des Elens lässt aber erwarten, dass die verschiedenen Museen Europas noch so manche Reste besitzen, über deren Fundorte bisher nichts in die Offentlichkeit drang, oder deren Bekanntmachung mir entging.

Bei dem täglichen Zuwachs der so umfassenden paläontologischen Literatur und den so zerstreuten Materialien ist es fast unmöglich, selbst nur in literärischer Beziehung, einen schon mehrfach besprochenen Gegenstand, beim besten Willen, einigermaassen erschöpfend zu behandeln. Ein recht eclatantes Beispiel liefern mir die zahlreichen Collectaneen, welche ich seit der Veröffentlichung meiner Arbeit über die Verbreitung des Renthiers zu machen Gelegenheit fand, obgleich dieselben die gewonnenen Resultate nicht alteriren, sondern nur erweitern und bestätigen.

Stat pro ratione voluntas!

Die vorstehenden Mittheilungen dürften indessen doch in sofern nicht ganz werthlos sein, als sie eine Menge überaus zerstreuter, mühsam gewonnener, Materialien vereinen und dadurch bestimmte Nachweise für das auf fast ganz Europa ausgedehnte frühere, obgleich nur periodische, Vorkommen des Elens in solchen Ländern, wie Oberitalien, Britannien, Frankreich, Holland, Dänemark, die Schweiz, Ungarn, das eigentliche Polen und Deutschland, ja selbst häufig für einzelne Provinzen derselben, liefern, wo dasselbe, mit Ausnahme Ostpreussens, mehr oder weniger lange bereits vertilgt ist.

Bemerkenswerth scheint mir, dass die Zahl der zeither bekannt gewordenen fossilen Elenreste bis jetzt weit geringer ist als die des Renthieres, des Mammuths, des büschelhaarigen Nashorns und des Höhlenbären, der Zeit- und Landesgenossen des Elens. Es lässt sich wohl dieser Umstand dadurch (wenigstens zum grossen Theil) erklären, dass man die gewöhnlich aus Geweihstangen bestehenden Reste mit richtigem Tacte meist dem lebenden Elen vindizirte und desshalb sie bisher weniger beachtete.

Fossile Reste des Elenthiers in Nordamerika.

Auffallend ist es, dass aus Amerika nur zwei Funde fossiler Elenreste bekannt wurden. Richardson (*Zoolog. of the voyage of Herald p. 20*) spricht nämlich von zwei Geweihbruchstücken und einem Theile des Schienbeins und fügt gleichzeitig hinzu, dass die von Buckland im Appendix zur *Voyage* von *Beechy Pl. III, fig. 12, 13* abgebildeten beiden Knochen die Tibia und der Radius des Elens zu sein schienen.

Fünftes Capitel.

Ueber die Identität des Elens, dessen Reste bisher in Europa und Nordasien fossil gefunden wurden, mit den homologen Theilen des noch jetzt dort lebenden.

Bevor Cuvier (*Annal. du Mus. d'hist. nat. XXX p. 333*) den *Cervus euryceros seu giganteus seu megaceros* als eigene, nicht mehr lebend vorhandene, vom Elen verschiedene, Hirschart genauer nachgewiesen hatte, worin ihm mit vollem Rechte alle spätern Naturforscher, wie Blumenbach (*Naturgesch. 1807. S. 729*), Hart (*Descript. of the sceleton of*

fossil deer of Ireland. Dublin 1830), Hibbert (*Edinb. Journ. of Sc. Apr. 1830. S. 301*), Goldfuss (*Nova Act. Acad. Caes. Leop. T. X.* (*1831*) *p. 455. Tab. XXXIX — XLI*), H. v. Meyer (*ebend. T. XVI.* (*1832*) *S. 463 ff.*), Owen (*Brit. foss. mamm. 1846*) u. A. beitraten, wurden gewöhnlich die Reste desselben nach Maassgabe der Geweihe für die des Elens gehalten. Die fossilen Reste des Elens (wohl weil sie einem noch lebenden Thiere angehörten) traten dagegen in den Hintergrund. Sogar in der nach Cuvier's Tode erschienenen vierten Ausgabe der *Recherches T. VI* sind zwar (p. 143) den Resten des *Cervus euryceros*, dann (p. 180) denen des Renthiers, so wie des Edelhirsches (p. 187) besondere Abschnitte gewidmet, eine ähnliche Besprechung der fossilen Reste des *Cervus Alces* wird dagegen vermisst. Auch Goldfuss (*a. a. O.*), obgleich er die Unterschiede des Schädelbaues des Riesenhirsches von denen des Elens näher auseinandersetzte und durch Abbildungen erläuterte, schweigt über specielle Funde der fossilen Reste des Elens.

H. v. Meyer (*Nov. Act. Acad. Caes. Leop. T. XVI. 1832. p. 464. ff.*) scheint, so viel ich bisher ausmitteln konnte, nach Cuvier der erste gewesen zu sein, der, nachdem er die Unterschiede der fossilen Elengeweihe von denen des *Cervus eurgceros* genau auseinander gesetzt hatte, die ersteren als die eines *Cervus Alces fossilis* H. v. Meyer nicht nur näher besprach, sondern die drei ihm bekannten auf Taf. XXXII, Taf. XXXIII und XXXVII abbilden liess. Das eine davon stammte aus Irland, ein zweites aus Oberitalien und ein drittes aus Deutschland.

Im Jahre 1840 (*Neues Jahrb. f. Miner., Jahrg. 1840, p. 69 ff.*) veröffentlichte Pusch, dem Meyer's Arbeit entging, einen Aufsatz, worin er die aus Polen ihm zur Ansicht gekommenen fossilen Elenreste einer ausgestorbenen Elenart vindizirt, die er als *Alces leptocephalus* bezeichnet, während er für das lebende Elen den Namen *Alces platycephalus* vorschlägt. Auf der seiner Abhandlung beigegebenen Tafel III *A* lieferte er übrigens Abbildungen mehrerer fossilen und lebenden Elengeweihe.

Noch in demselben Jahre publicirte Kaup im nächsten Hefte der oben erwähnten Zeitschrift S. 166 ff. einen Aufsatz, worin er, jedoch ohne selbst neue, constante Kennzeichen zu geben, das fossile Elen (*Cervus Alces fossilis* Meyer) als Art ansieht, die Charaktere, wodurch Pusch das fossile vom lebenden Elen, seinem *Alces platycephalus*, unterscheiden wollte, aber nebst dem Namen *Alces leptocephalus* mit Recht verwirft. Seinem Aufsatze ist übrigens eine Tafel beigefügt, welche, ausser den Copieen der drei von H. v. Meyer dargestellten Geweihe, auch die Abbildung einer fossilen Elenschaufel des Darmstädter Museums und das darin befindliche Geweih eines lebenden Elens enthält.

G. Fischer von Waldheim lieferte (*Bulletin des nat. de Moscou. T. III* [*1831*] *p. 155*) die Beschreibung und Abbildung einer fossilen, einem jüngern Individuum angehörigen, Schaufel, die er einer eigenen, untergegangenen, elenartigen Hirschart zuschrieb, welche er, wegen ihres Fundortes (Fellin, in Livland), *Cervus fellinus* nannte.

Von demselben Naturforscher erschien (*Bulletin des nat. de Moscou. T. VIII.* [*1834*] *p. 439* und *Oryctogr. du Gouvern. de Moscou. p. 117. Tab. III. c.*) die Beschreibung und

schöne Abbildung eines vortrefflich erhaltenen, fossilen, einem alten Individuum angehörigen, Schädels, worauf er gleichfalls eine ausgestorbene Art gründete, die er nach einem Hrn. Savin, auf dessen 60 Werst von Moskau entfernten Gute der Schädel entdeckt worden war, als *Cervus* (*Megalocerus*) *savinus* bezeichnete. Es ist derselbe, welchen Roullier in seinen, in der G. Fischer gewidmeten Jubelschrift (G. Fischeri de Waldheim *Jubilaeum semiseculare. Moscou 1847. fol.*) abgedruckten *Études paléontologiques p. 5* von neuem ausführlich unter der Rubrik *Alces savinus* beschrieb und auf seiner *Tab. II. fig. 2*, *Tab. III. fig. 2* und *Tab. IV. fig. 2* in mehrern Ansichten nochmals abbilden liess.

Rouillier selbst (*Rapport annuaire de l'Université de Moscou. 1842; Bullet. des nat. de Moscou 1843*, *p. 817*, ebend. *1846*, *p. 389*, G. Fischeri de Waldheim *Jubilaeum semiseculare*, *p. 5*) stellte auf Grundlage eines, einem jüngern Individuum angehörigen, fossilen Schädels als *Alces resupinatus* eine neue, ausgestorbene Elenart auf und lieferte in seinen, der angeführten Gratulationsschrift einverleibten, *Études paléontologiques Tab. I. fig. 1*, *Tab. II*, *fig. 1*, *Tab. III. fig. 1* und *IV. fig. 1* sehr schöne Abbildungen desselben.

Eichwald (*Lethaea III. p. 368*) nimmt einen *Cervus Alces fossilis* Herm. v. Meyer an, betrachtet aber *Cervus leptocephalus* Pusch, *Cervus* (*Megaceros*) *savinus* G. Fischer (= *Alces savinus* Roullier), ferner *Cervus fellinus* G. Fischer nebst *Alces resupinatus* Rouiller als Synonym desselben.

Al. v. Nordmann (*Palaeont. Südrusslands p. 226*) besprach unter *Alces palmatus fossilis* (= *Cervus Alces fossilis* Herm. v. Meyer) die fossilen Reste des Elens und reduzirte, wie schon Eichwald, *Alces resupinatus* Rouill., so wie *Cervus* (*Megaceros*) *savinus* G. Fischer auf *Cervus Alces fossilis* H. v. Meyer. Ausserdem führt er aber auch ebendas. p. 228 bei Odessa und Nerubaj gefundene fossile Reste auf, die er einer *Alces species indeterminata* mit einem Fragezeichen zuschreibt.

Giebel (*Fauna der Vorwelt. I. Abth. S. 144*) bespricht die fossilen Reste des Elens nach H. v. Meyer unter *Cervus Alces fossilis.*

Auch Pictet (*Paléontol. 2me éd. I. 356*) hält *Cervus Alces fossilis* für eine eigene Art und bemerkt, indem er Pusch folgt: «Cette espèce différait de l'élan par la forme de son front».

In Quenstedt's *Handb. der Petrefactenk. 2te Aufl.* (*1867*). *S. 79* ist nur von fossilen Resten des *Cervus Alces*, jedoch von keiner ihm verwandten, untergegangenen, Art die Rede.

Owen (*Brit. foss. mamm.*), Bronn (*Lethaea*) und Geinitz (*Versteinerungskunde*) schweigen gänzlich über fossile Reste des Elens.

Rütimeyer (*Fauna der Pfahlbauten. S. 63*) betrachtet die in der Schweiz, namentlich häufig in manchen Pfahlbauten, gefundenen Elenreste in artlicher Beziehung als denen des noch lebenden angehörig.

Dawkins und Sanford (*Pleistocen. Mammal. Palaeontograph. Soc. XVIII*, *p. XXVI*) erklären die bei Newcastle gefundene Schaufel für die des norwegischen oder amerikanischen Elens.

In meiner ganz kürzlich erschienenen Abhandlung: *Neue Untersuchungen über die in den altaischen Höhlen aufgefundenen Säugethierreste* (*Bullet. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersb.* (*3e Sér.*) *Tom. XV.* [*1870*] *p. 147 ff.* und *Mélang. biol. Tom. VII. p. 378*) ziehe ich die dem *Cervus Alces fossilis*, *leptocephalus*, *Alces resupinatus* und *savinus*, so wie *fellinus* zugeschriebenen Reste zu *Cervus* (*Alces*) *palmatus* = *Cervus Alces* Linn.

Da den vorstehenden Mittheilungen zu Folge noch immer mehrere Naturforscher an eine eigene, untergegangene, dem Elen verwandte, Art oder wohl gar an mehrere denken, so wird es nöthig sein, den Gegenstand eingehender zu untersuchen und die einzelnen aufgestellten, vermeintlichen Arten einer nähern Critik, und zwar in historischer Reihenfolge, zu unterwerfen.

1) Ueber *Cervus* (*Alces*) *fossilis* H. v. Meyer.

Wie schon bemerkt, fusst Hr. v. Meyer's Ansicht auf die drei bereits oben erwähnten, von ihm näher besprochenen und abgebildeten, Geweihschaufeln, wobei er offenbar von der damals herrschenden Idee ausging: die fossil gefundenen Knochenreste gehörten solchen Arten an, die von den lebenden verschieden seien, denn seine Mittheilungen bieten keine Kennzeichen, welche eine Differenz nachweisen. Auch fehlte es ihm an genügendem, zahlreichen Material zur eingehenden Untersuchung.

Vergleichen wir die fossilen Schaufeln, welche er beschrieb und abbildete, nach Maassgabe der verkleinerten Copien derselben auf meiner *Taf. II*, *Fig. 8*, *9*, *10*, mit den dem lebenden Elen angehörigen, auf meiner Tafel I dargestellten, so ergiebt sich folgendes Resultat.

Die fossilen aus Meyer entlehnten Schaufeln (siehe unsere *Taf. II Fig. 8*, *9*, *10*) gehören demjenigen breitschaufligen Typus des Elengeweihes an, welcher sich durch die geringe (Fig. 9) oder gar nicht vorhandene (*Taf. II*, *Fig. 8* und *10*), Sonderung und starke Entwickelung des Augensprosstheils in die Breite bekundet. Eine solche Geweihbildung zeigen aber nicht blos die fossilen Meyer'schen Schaufeln, sondern auch viele des lebenden Elens, so z. B. die auf meiner *Taf. I Fig. 1*, *12* und *16* dargestellten. — Die Meyer'schen Schaufeln gehörten aber offenbar grössern und ältern Thieren als die von mir dargestellten des lebenden Elens.

Die nach Meyer *Taf. XXXIII*, *Fig. 1*, auf unserer *Taf. II Fig. 9* dargestellte italienische fossile gleicht im Wesentlichen den auf unserer *Taf. I*, *Fig. 1* aus Kaup *Taf. IV*, *Fig. 4* copirten Schaufeln eines lebenden Elens und nähert sich der auf unserer *Taf. I*, *Fig. 16* aus Pusch (*Taf. III*, *Fig. 4*) copirten, ebenfalls einem lebenden Elen angehörigen, Schaufel. Als Hinneigung zur eben genannten Schaufel, oder etwas anders modifizirte Entwickelungsstadien lassen sich die unter *Fig. 14* und *15* auf unserer *Taf. I* dargestellten Schaufeln lebender Elene ansehen.

Da die fossile, italienische Elenschaufel einerseits im Wesentlichen mit denen eines lebenden Elens übereinstimmt, andererseits aber nur als eine leichte Modification der lin-

ken Geweihschaufel des grossen Warschauer fossilen Elengeweihes (s. unsere *Taf. II, Fig. 1*) sich ansehen lässt, so weist die fragliche italienische Schaufel sowohl auf die artliche Identität des Elens hin, dessen Reste man in Polen und Italien fand, als auch auf die Identität der Art, der dieselben angehörten, mit dem lebenden Elen.

Die von H. v. Meyer auf *Tab. XXXII* dargestellte, auf unserer *Taf. II, Fig. 10* copirte, irländische, fossile Schaufel lässt sich sehr wohl als eine weitere, bei einem alten Individuum erfolgte, Entwickelung einer Geweihform ansehen, als deren jugendlichern Zustand man die auf unserer *Taf. I, Fig. 12* dargestellte Schaufel eines lebenden Elens betrachten kann. Die Meyer'sche irländische Schaufel bildet genau genommen nur eine leichte Modification einer grossen fossilen, deutschen, im Darmstädter Museum befindlichen, nach Kaup auf unserer *Taf. II, Fig. 11* copirten.

Die von H. v. Meyer *Tab. XXXVII* dargestellte fossile, in Deutschland ausgegrabene, auf unserer *Taf. II, Fig. 8* copirte, Schaufel gleicht bis auf die grössere Länge und viel geringere Breite der irischen. — Dass die grössere Längen- und geringere Breitenentwickelung keine wesentlichen Abweichungen bekunden, zeigt die von mir *Taf. II, Fig. 12* dargestellte fossile Schaufel aus Polen, die sich im Museum der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften befindet, indem sie hinsichtlich ihrer langgezogenen Form und der geringen Breite ihrer hintern Hälfte im Verhältniss zu der der vordern sich der fraglichen Meyer'schen Schaufelfigur nähert, mit ihrem sehr breiten vordern Theile aber der italienischen Schaufelfigur (s. unsere *Taf. II, Fig. 9*) ähnelt; der von Kaup abgebildeten fossilen Darmstädter Schaufel aber (s. unsere *Taf. II Fig. 11*) hinsichtlich ihres vordern (oder besser Augensprosstheiles) wie ein Ei dem andern gleicht.

Werden also die eben angedeuteten Beziehungen, in welchen die fossilen von H. v. Meyer erläuterten Geweihstangen zu denen anderer fossilen Geweihe, so wie zu denen des lebenden Elens stehen, näher gewürdigt, wobei natürlich die Variabilität der Elengeweihe zu berücksichtigen ist, so ergiebt sich, dass auf Grundlage derselben von keinem *Cervus Alces fossilis* als eigene Art die Rede sein kann.

2) Ueber *Alces leptocephalus* Pusch.

Wir sahen bereits oben, dass Pusch im *Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Jahrgang 1840 S. 69 ff.* die fossilen Reste des Elens einer eigenen Art zuschreibt, der er den unpassenden Beinamen *leptocephalus*, d. h. der dünnköpfigen, statt (vermeintlich) schmalstirnigen giebt. Er hatte übrigens dabei übersehen, dass bereits acht Jahre früher H. v. Meyer die fossilen Elenreste einem *Cervus Alces fossilis* vindizirte.

Zur Aufstellung seiner vermeintlichen Art benutzte Pusch ein grosses, fossiles Geweih der Warschauer Sammlung, das er auf seiner *Taf. III, A. Fig. 1* darstellen liess (siehe die Copie desselben auf unserer *Taf. II, Fig. 1* nebst einer einzelnen fossilen Schaufel (man vergl. seine *Taf. III, A. Fig. 3*), dann den Schädel eines nur dreijährigen Elens (ebend.

Fig. 6) und zwei Geweihschaufeln (ebend. *Fig. 5*) lebender Elene. — Sein Material war also ein sehr dürftiges.

Nach der Vergleichung dieser Materialien glaubte er folgende vier Merkmale aufgefunden zu haben, wodurch sich, nach seiner Ansicht, das fossile Elen vom lebenden unterschiede:

1) Das lebende Elen soll eine im Verhältniss breitere Stirn und weiter von einander entfernte Rosenstöcke besitzen als das fossile.
2) Der Winkel, den die obere Hinterhauptsfläche mit der Fläche der Stirnbeine und den Nasenbeinen macht, sollte beim fossilen Elen weniger stumpf sein, so dass dasselbe seinen Hals mehr aufrecht getragen habe.
3) Die Schaufeln der fossilen Art seien ganz horizontal gewesen, bei der lebenden Art etwas niederwärts nach vorn gebogen.
4) Bei der fossilen Art soll die Abtheilung der Vorder- und Hinterschaufel markirter und constanter als bei der lebenden und die Vorderschaufel bei der lebenden Art weniger ausgebildet und stets viel schwächer als bei der fossilen gewesen sein.

Die unter № 1 und 2 bemerklich gemachten Unterschiede schienen ihm als die wichtigsten.

Schon im folgenden Hefte des erwähnten Jahrbuches theilte Kaup *S. 166 ff.* Bemerkungen über das fossile Elen mit.

In Bezug auf die Arbeit von Pusch sagt er: «Das fossile Elen wäre von dem lebenden durch die Geweihe nicht zu unterscheiden. Die Divergenz der Rosen zwischen dem lebenden und dem fossilen Elen sei eine zu geringe, um darauf eine Verschiedenheit des Namens der fossilen Art zu begründen. Der Hauptunterschied bliebe demnach in dem verschiedenen Winkel, welchen die Stirn und das Hinterhaupt bilden; allein selbst dann, wenn auch dieser Charakter nicht Stich halten würde, woran er jedoch zweifele, so würde das urweltliche Elen eine von dem lebenden verschiedene Art bilden, die sich vielleicht auf eine ähnliche Weise unterschied wie *Cervus elaphus* von *Cervus canadensis.*»

«Der Gedanke, dass von so nahe verwandten Thieren, wie die beiden eben erwähnten Hirsche, dann *Bos primegenius* und *taurus*, so wie *Bos priscus* und *urus* die lebende Form eine Abweichung vom Grundtypus der Urwelt wäre, sei schon ausgesprochen worden, aber gewiss irrig.» Es ist dies eine Ansicht, die Kaup übrigens wohl jetzt nicht mehr vertreten möchte.

Kaup verwirft übrigens für das von ihm für verschieden gehaltene fossile Elen sowohl den Meyer'schen Namen *Cervus Alces fossilis*, als auch *Alces leptocephalus* und *platycephalus* Pusch, ohne jedoch einen neuen vorzuschlagen.

Was mich betrifft, so scheint es mir nöthig, im Betreff der von Pusch zur Unterscheidung des lebenden Elens von dem fossilen aufgeführten vier Charaktere folgende Bemerkungen zu machen.

Seinen unter 1 aufgeführten Charakter gewann Pusch (ebd. *p. 75*), indem er den Stirntheil des Schädels eines jungen, dreijährigen Elens, den er auf *Taf. III Fig. 6* abbildet, mit dem entsprechenden Theil eines sehr alten, fossilen ebd. *Fig. 1* abgebildeten der Warschauer Sammlung verglich und daraus folgern zu können glaubte, die Stirnbeine des lebenden Elens seien breiter als beim fossilen und verhielten sich wie 1,25 : 1. Er bedachte indessen dabei nicht, dass der gegenseitige Abstand der Rosenstöcke der Geweihe, mithin also auch die Breite des zwischen ihnen liegenden Theiles des Stirnbeins, mit dem zunehmenden Alter der Thiere sich ändern könne.

In der That finde ich, dass, wie beim Edelhirsch, so auch beim Elen, die vergrösserten Rosenstöcke alter Thiere einander näher stehen, als die der jungen. Bei den Letztern erscheint daher auch der zwischen denselben befindliche Theil der Stirnbeine breiter, als bei den alten. Dies Verhalten sah ich sowohl bei den Stirnbeinen von lebenden Thieren, als auch bei den fossilen Elenresten (man vergl. meine *Taf. I, Fig. 1, 2, 3* mit *Taf. II, Fig. 1, 2, 3, 4, 6*), so wie bei andern Hirschen.

Pusch's erster Charakter ist daher zur Aufstellung einer fossilen Elenart völlig unzulässig. Wir können also auch nicht mit Pictet sagen: Cette espèce (d. h. das vermeintliche fossile Elen) différait de l'élan par la forme de son front.

Seinen zweiten Charakter, obgleich Kaup auf denselben etwas geben möchte, finde ich ebenfalls nicht haltbar. Der Winkel, welchen das Stirnbein mit dem Hinterhauptswinkel bildet, ändert sich mit dem Alter der Thiere, indem der Kamm der Hinterhauptschuppe bei den alten Thieren sich vergrössert und weiter nach oben steigt, um den zum Tragen eines starken Geweihes bestimmten Nackenmuskeln eine grössere Ausdehnung zu geben. Der genannte variable Winkel kann also kein Unterscheidungsmerkmal abgeben.

Pusch's dritter Charakter ist ebenfalls untauglich. Die Schaufeln der lebenden Elene, wie die der fossilen, bieten gewöhnlich eine mehr oder weniger horizontale Richtung. Bei beiden können sie aber auch in einzelnen Fällen mehr oder weniger davon abweichen. (Man vergl. *Taf. I, Fig. 1, 2, 3* und *Taf. II, Fig. 1, 2, 3, 4, 5* und *6*.)

Endlich erscheint auch Pusch's vierter Charakter ganz hinfällig. Vergleicht man nämlich die auf *Taf. I, Fig. 1, 2, 3, 12, 15, 16* dargestellten, dem noch lebenden Elen angehörigen, Geweihe mit den auf *Taf. II, Fig. 1, 2, 3, 5, 6* dargestellten fossilen, so wird man schwerlich die Constanz des Pusch'schen Charakters zu bestätigen im Stande sein.

Aus Pusch's Untersuchungen lässt sich daher ebenfalls keine dem lebenden Elen verwandte, aber artlich davon zu sondernde, fossile Hirschart nachweisen.

3) Ueber *Cervus (Megaloceros) savinus* G. Fisch.

Alces savinus Roullier. — *Cervus (Alces) fossilis* Hr. v. Meyer, Eichw. — *Alces palmatus fossilis* Nordm.

Wir deuteten bereits an, dass Eichwald und Nordmann den *Cervus savinus* Fi-

scher's auf den *Cervus Alces fossilis* H. v. Meyer's, oder auf einen damit identischen *Alces palmatus fossilis* reduziren, eine Ansicht, die nur theilweis ihre Berechtigung hat, da sie noch durch ihre Bezeichnung auf die Existenz eines von den lebenden verschiedenen fossilen Elens hindeutet. Es scheinen mir daher auf eine solche Annahme bezügliche Bemerkungen nicht überflüssig.

Das von hinten gesehene Geweih des *Cervus savinus* (s. unsere *Taf. II, Fig. 5*) ähnelt, wie ein Ei dem andern, dem Geweih eines lebenden Elens, welches Goldfuss (*Nov. Act. Acad. Caes. Leop. Carol. T. X, Tab. 40 B*) abbilden liess. Nur sind bei Goldfuss die Randzinken der Hinterschaufel viel länger; ein Umstand, der natürlich nicht in Betracht kommt, da die Länge der Randzinken sehr variirt.

Das Geweih des sogenannten *Cervus savinus* ähnelt auch dem im Berg-Institut aufbewahrten grossen Geweih eines lebenden Elens, welches auf unserer Taf. I, Fig. 4 dargestellt ist.

Als jüngere Stadien der Geweihform des vermeintlichen *Cervus savinus* lassen sich aus der Zahl der fossilen Geweihe die auf unserer Taf. II, Fig. 2 und 3 abgebildeten ansehen. Was die Geweihe anlangt, die jüngern lebenden Elenen angehörten, so ähneln die auf *Taf. I, Fig. 14* und *15* dargestellten dergestalt denen des *Cervus savinus*, dass sie als jüngere Stadien solcher Geweihformen gelten können, welche bei sehr alten Thieren mit denen des *Cervus savinus* mehr oder weniger übereinstimmen würden.

Die unbedeutenden Differenzen, welche Roullier theilweis durch minutiöse Messungen zwischen den Schädeln des *Cervus savinus* und fünf Schädeln des *Cervus Alces*, wovon vier jungen Individuen angehörten, gefunden haben will, sind so unbedeutende, dass sie keine specifischen Unterschiede begründen, sondern als blosse individuelle Abweichungen zu gelten haben. Uebrigens äussert sich bereits Hr. v. Nordmann über die fraglichen Schädeldifferenzen in einem ähnlichen Sinne.

Der *Cervus* (*Megaloceros*) *savinus* oder *Alces savinus* bildete also durchaus keine eigene, ausgestorbene Art, denn er lässt sich nach Maassgabe der Geweih- oder der Schädelbildung vom gewöhnlichen *Cervus Alces* nicht unterscheiden.

4) Ueber *Alces resupinatus* Roullier.

Wie wir oben sahen, reducirte Eichwald auch Roullier's *Alces resupinatus* auf *Cervus Alces fossilis* v. Meyer, Nordmann aber auf seinen damit identischen *Alces palmatus fossilis*. Der Letztere bemerkt, der Roullier'sche, nur subfossile, Schädel des *Alces resupinatus* sei mit seinem erhobenen Nasenrücken ein treues Conterfei eines ihm vorgelegenen Elenschädels. Auch ich vermag den Schädel des vermeintlichen *Alces resupinatus* von dem des lebenden Elens nicht zu unterscheiden.

Das von Nordmann nicht in Betracht gezogene Geweih desselben lässt sich ohne Zwang auf das des lebenden Elens reduziren. Man kann es als eine Mittelform zwischen den auf unserer *Taf. I, Fig. 7,* so wie *7 B*, dann *Fig. 8* und *11* dargestellten Schaufeln

des lebenden Elens ansehen. Einer vom Hrn. Jerofejew mir gütigst mitgetheilten Schaufel ähnelt es sogar wie ein Ei dem andern. Bemerkenswerth ist auch, dass es dem auf *Taf. III, Fig. 4* dargestellten Geweih des Balges eines jüngern amerikanischen Elens des Akademischen Museums gleicht, also sogar auf die Identität mit dem amerikanischen Elen hinweist.

Für die Existenz eines *Alces resupinatus* spricht also weder der ihm vindicirte Schädel, noch das ihm aufsitzende Geweih.

5) Ueber *Cervus fellinus* G. Fischer.

Die einzelne in Livland, bei Fellin, gefundene Geweihstange, welche G. Fischer v. Waldheim (*Bullet. des nat. de Moscou. T. III* (*1831*), *p. 155*), ebenso wie *Nouv. Mém. de la Soc. des nat. de Moscou. T. III, p. 297* erwähnt und einer neuen Hirschart *Cervus fellinus* (*Bullet.* ebd. *S. 155*) vindizirt, ist ganz offenbar die eines jüngern Elens, wie die von ihm im genannten *Bulletin* auf *Tab. II* gelieferte Abbildung unverkennbar nachweist. Namentlich stimmt sie mit der von mir auf Taf. I, Fig. 2 links dargestellten, von einem lebenden Elen herrührenden, ganz gut überein.

6) Ueber Nordmann's *Alces species indeterminata?*

Wie oben erwähnt, beschrieb v. Nordmann (*Palaeontol. Südrusslands p. 228*) fossile Reste, die er vorläufig einer *Alces species indeterminata?* zuschreibt. Die fraglichen Reste sind indessen zu unvollständig, um darauf mit Bestimmtheit eine besondere Art der Gattung *Alce* zu gründen, wie dies Nordmann selbst einsah. Warum sollten aber die aus Odessa und Nerubaj stammenden, von ihm beschriebenen, Zähne dem *Cervus* (*Alce*) *palmatus* durchaus nicht vindizirt werden können? Genügende Gründe gegen eine solche Vereinigung scheinen mir bis jetzt nicht vorzuliegen. Das Elen, der Zeitgenosse und Begleiter des Mammuth und des früher bei Odessa so überaus häufigen Höhlenbären, ging in alten Zeiten bis Oberitalien; ja es lebte vor nicht gar langer Zeit noch in Galizien und wurde von Clarke am Kuban beobachtet. Warum könnte es also nicht, allerdings in sehr entfernten Zeiträumen, auch in dem Galizien benachbarten Bessarabien vorgekommen sein? Fand doch Nordmann bei Odessa und Nerubaj Knochen von *Ursus spelaeus*, *Bos primigenius*, *Bos priscus* (bison seu bonasus), *Cervus elaphus*, *Sus scrofa ferus*, *Rhinoceros tichorhinus* und *Elephas primigenius*, also Reste solcher Thiere, welche in sehr alten Zeiten in sehr vielen Ländern nachweislich mit dem *Elen* zusammenlebten. Die Zukunft muss indessen die volle Bestätigung bringen.

7) Nordamerikanische fossile Elenreste.

Was die oben erwähnten, fossilen, nordamerikanischen Reste anlangt, so darf man wohl vermuthen, da, wie ich (Capitel VI) näher nachwies, das nordamerikanische Elen mit dem asiatisch-europäischen identisch ist, dass auch sie keine Grundlage zur Aufstellung einer besondern Art bilden.

8) Ostindische fossile Elenreste?

Es wurde zwar bereits oben bemerkt, dass ihre Deutung und Beziehung zum Elen bis jetzt noch eine zweifelhafte sei; da indessen, wie ich in meiner Abhandlung über die von Goebel aus Aderbidjan (Persien) mitgebrachten Knochenreste nachwies, zwei frühere Begleiter des Elens (*Bos bonasus* und *Rhinoceros tichorhinus*, wohl während der Eiszeit) bis zu dem in gleicher Breite mit Haripur liegenden Urmiasee nach Süden vordrangen, so wäre es nicht unmöglich, dass die Baker'schen Reste wahre Elenreste sein könnten.

Aus den vorstehenden Mittheilungen geht also, wie ich glaube, deutlich hervor, dass die in verschiedenen pleistocenen, (diluvialen,) und alluvialen Erdschichten oder in Torfmooren Europas gefundenen Elenreste, welche man einem *Cervus Alces fossilis*, einem *Alces leptocephalus*, *savinus*, *resupinatus* und *fellinus* oder *Alces palmatus fossilis* zugeschrieben hat, sämmtlich dem noch lebenden Elen *Cervus Alces* Linn. angehören; was auch von den altaischen gilt. Dasselbe dürfte auch mit den Resten der Fall sein, welche v. Nordmann einer fraglichen *Alces species indeterminata* vindizirt; ja es wäre vielleicht selbst nicht unmöglich, dass zur Eiszeit am Fusse des Himalaja Elenthiere lebten.

Schliesslich dürfen wir aber doch noch die Frage aufwerfen, ob denn die Identität der in Europa und Nordasien gefundenen fossilen Reste mit den ihnen entsprechenden Skelettheilen des dort noch lebenden Elens eine so bedeutende ist, dass selbst keine Racenunterschiede zwischen den Elenen, welche in frühern Perioden lebten, und den noch jetzt vorhandenen, sich auffinden lassen.

Für jetzt muss ich diese Frage, wenigstens nach Maassgabe der Geweihe, bejahen. Vergleicht man nämlich die auf Taf. I dargestellten Geweihe mit den auf Taf. II abgebildeten fossilen, so sieht man, dass an den fossilen dieselben beiden oben (S. 13) geschilderten Entwickelungstypen mit ihren Zwischenstufen vorkommen, welche die noch lebenden Elene darbieten. Nach Maassgabe der auf Taf. II dargestellten fossilen Geweihe könnte man indessen vielleicht meinen, der Augensprosstheil des Geweihes habe sich bei den Elenen in frühern Zeiten häufiger als jetzt mehr in die Breite entwickelt, sei ferner öfter mit dem hintern Geweihtheil verschmolzen und habe oft eine grössere Zahl von Randzinken besessen. Ein solches Verhalten des weniger entwickelten Augensprosstheiles (man vergl. Taf. II, Fig. 4, 5, 6, 7) wäre aber nicht nur durch viel zahlreichere Objecte als die mir vorliegenden näher zu bestätigen, sondern würde auch, wegen der vielen Mittelformen, keinen durchgreifenden Racenunterschied bieten.

Sechstes Capitel.

Ueber die Identität des europäisch-asiatischen und amerikanischen Elens.

§ 1.

Ansichten verschiedener Naturforscher hinsichtlich dieses Gegenstandes.

Bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts beschäftigte man sich mit der Frage: ob das *europäisch-asiatische Elen* vom *amerikanischen* (dem sogenannten *Moose-deer*) verschieden sei*).

Linné (*Syst. nat. ed. 12. I. p. 92*) vereint das amerikanische Elen mit dem altweltlichen.

Buffon (*Hist. nat. T. XII. p. 79*) dachte eben so wenig wie Linné an eine specifische Sonderung des amerikanischen Elens vom altweltlichen, und bespricht das Elen und Renthier in demselben Artikel. Er hielt sogar noch (*Hist. nat. Suppl. VII. p. 324*) Reste des *Cervus euryceros* für die des Elens.

Schon Hr. v. Wangenheim (*Naturgeschichte des Elens* in den *Neuen Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin. Bd. I. Berlin 1795*), der das litthauische und preussische Elen in zahlreichen Exemplaren lebend und todt beobachten konnte und Elenhäute in Amerika sah, schweigt nicht nur über die Unterschiede des amerikanischen Elens vom altweltlichen, sondern erklärt dasselbe für identisch mit dem Letztern.

Schreber (*Säugeth. V. S. 968*) führt in seiner für die Zeit ausgezeichneten Monographie des Elens das amerikanische als var. β an.

Cuvier (*Recherch. s. l. oss. foss. 4e éd. 8. T. VI. p. 163* und *166*) betrachtete ebenfalls das amerikanische und altweltliche Elen als identisch selbst in Bezug auf den Augensprosstheil des Geweihes.

Bei Griffith (*Anim. kingd. IV. p. 72*) wird das amerikanische mit dem altweltlichen Elen vereint. Ebendaselbst *Vol. V* ist das altweltliche Elen vom amerikanischen gleichfalls nicht getrennt, sondern unter № 771 als *Cervus Alces* dem *Subgen. Alce* zugetheilt.

Brandt und Ratzeburg in ihrer concisen Monographie des Elens (*Mediz. Zoolog. Bd. I. S. 30. Taf. V*) betrachteten das europäisch-asiatische und amerikanische als identisch.

In Cuvier's *Règn. anim. accomp. de pl.* finden wir das Elen als *Cervus Alces*, die aus Geoffr. und Cuv. *mam.* entlehnte Abbildung eines jungen Thieres jedoch mit *C. alces var. américaine* bezeichnet.

Richardson (*Faun. bor. amer. I. p. 233*) zweifelt an der Identität, bis sie durch genauere Vergleichungen des amerikanischen und skandinavischen Elens festgestellt sein würde, was nicht geschehen sei.

---

*) Manche, wie Carver (*Reise durch die innern Gegenden von Nordamerica. Hamb. 1780. S. 353* und *363*), sprechen sogar von Unterschieden des amerikanischen *Elks* und *Mosedeers*. Vgl. hierüber Schreber, *Säugeth. V. p. 986*.

De Kay (*Nat. hist. of New-York. P. I. Zoology. 1842. Mammal. p. 116*) hält das altweltliche und amerikanische Elen für der Art nach identische Thiere, obgleich H. Smith bemerke, dass: «The almost complete separation of the lower part of the horns into the form of branches, in most if not all the American specimens, is a very prominent character, while a similar conformation is rare in those of Europa».

Andr. Wagner (Schreb. *Säugeth. Suppl. IV. S. 343*) stellt der (nach Maassgabe der angeblich beim amerikanischen Elen viel häufigern, fast vollständigen Trennung des untern Theils der Geweihe in Form von Enden) angenommenen Verschiedenheit die Meinung De Kay's (*Nat. hist. of New-York Mamm. p. 113*) von der Identität gegenüber und meint: es sei wünschenswerth, dass die Frage durch directe Vergleiche entschieden werde. Es liesse sich aber wohl erwarten, dass die specifische Vereinigung ausgesprochen werden würde.

Wiegmann (*Abbildung und Beschreibung merkwürdiger Säugethiere, gezeichnet von* Bürde, *beschrieben von* Brandt und Wiegmann. *10 Taf. fol. Text. 4. Das Elk*) bemerkt *S. 106:* er lasse es, aus Mangel an Geweihen, unentschieden, ob das von H. Smith angegebene Kennzeichen sich blos beim amerikanischen Elenne fände. Es möchte sich indessen darauf der ganze Unterschied des Letztern beschränken.

Fr. Cuv. et Geoffr. (*Mammif. Livr. 34, 39*), welche über die Unterscheidung des altweltlichen und amerikanischen Elens ungewiss waren, beschrieben und bildeten zwei junge amerikanische Individuen ab.

Jardine (*Nat. libr. Mamm. Vol. III. (1839) p. 125*) beschreibt einen *Alces americanus* und bildet ihn ab. Wenn er aber p. 131 bemerkt: In Europe the Elk is less accurately known, so zeigt er die gründlichste Unkunde der deutschen Literatur. Die Arbeiten v. Wangenheim's, Schreber's, A. Wagner's, Wiegmann's und der Verfasser der Medizinischen Zoologie hätten ihn eines bessern belehrt.

J. E. Gray Knowsley *Menagerie p. 56* und *Catal. of Mammal. Part. III. Ungulata Furcipeda (London 1852), p. 186 — 188*) liefert eine ziemlich vollständige Synonymie des Elens, nennt dasselbe jedoch unpassend *Alces Malchis* mit der Bemerkung (p. 188): Er habe zahlreiche Geweihe des Elens aus Russland und Amerika verglichen, aber keinen Unterschied zwischen ihnen wahrnehmen können. Er liefert übrigens *Tab. XXVI, Fig. 1* die Seitenansicht des Schädels und *Tab. XXVII* die eines Geweihstockes, der im Wesentlichen dem von mir Taf. I, Fig. 13 dargestellten gleicht.

Richardson (*Voy. of Herald Foss. mamm. p. 104*) ist geneigt, das europäisch-asiatische und amerikanische Elen für zwei verschiedene Arten zu halten, ohne jedoch für diese Ansicht überzeugende Beweise anzuführen.

Gervais (*Hist. nat. de Mammif. Paris 1855. p. 214*) betrachtet das alt- und neuweltliche Elen als identisch. Seine *Pl. XXXVII* bietet ein sehr sonderbares Geweih.

Sp. Baird (*Mammals of North-America p. 631*) beschreibt, besonders auf Richardson's Meinung gestützt, das amerikanische Elen als *Alce americanus* Jardine.

A. Murray (*Geograph. distrib. of Mamm. p. 150*) meint, die Elene Europas und Ame-

rika's ständen einander nah; Richardson meine: that the breath of the face is greater in the European than in the American individuals. Eine solche Annahme ist um so weniger von Belang, da, wie oben bei Gelegenheit der Besprechung des vermeintlichen *Alces leptocephalus* bemerkt wurde, die Stirnbreite nach dem Alter variirt.

§ 2.

Vergleichung der äussern Gestalt des europäisch-asiatischen Elens mit der des amerikanischen.

Vergleicht man die Bälge der alt- und neuweltlichen Elene und die bessern Abbildungen derselben mit einander, so ergiebt sich, dass sie nicht nur in Bezug auf ihre allgemeine Gestalt, sondern auch hinsichtlich der Form ihrer einzelnen Körpertheile eine solche Uebereinstimmung bieten, wie sie bei verschiedenen Individuen einer Art vorkommt.

Die Abbildung des alten männlichen, amerikanischen Elens bei Audubon *Pl. LXXVI* harmonirt in morphologischer Beziehung im Wesentlichen mit dem in unserem Museum aufgestellten alten, männlichen russisch-europäischen Elen, namentlich auch, wie wir unten bemerken werden, hinsichtlich der Geweihgestalt, so dass das Audubon'sche Elen, als etwas älteres Individuum, nur durch das grössere Geweih und die zu erwähnenden, unwesentlichen, Modificationen derselben davon abweicht. Am Audubon'schen Exemplar erscheinen allerdings die bei unserem alten altweltlichen Elen am Kopfe und den Beinen schmutzigweissen oder weisslichen Stellen hell rostbraun. Auch die Farbe des Rumpfes der Audubon'schen Figur ist hell rostbraun, statt schmutzig-gelblich-weiss, wie bei unserem altweltlichen Exemplare melirt. Da indessen weder der bei Griffith abgebildete Kopf (der in der Färbung mit dem unseres europäischen, männlichen alten Elens übereinkommt), noch die Figuren des amerikanischen Elens bei Fr. Cuvier eine so starke rostbraune Beimischung bieten, so möchte wohl die Audubon'sche Figur nur eine Varietität darstellen, die vielleicht gar beim Farbendruck einen zu rostbraunen Ton bekommen hat. Die Innenseite der Ohren unseres alten europäischen Exemplars, wie die des Audubon'schen, ist Rostbraun überlaufen. Wie bekannt kann aber Hellrostbraun, da es zu den variabeln Thierfarben gehört, durch Weisslich oder Gelblich ersetzt werden. Auf die mehr oder weniger rostbraunen Tinten dürfte daher wohl kein Werth zu legen sein.

Das Fell des amerikanischen Elens unseres Museums hat an den bei den altweltlichen Exemplaren schmutzigweissen oder bräunlichen Stellen des Kopfes allerdings eine fast hellbraune Färbung. Die der Innenseite der Ohren desselben ist aber weisslich mit Rostbraun überlaufen, wie beim alten Männchen unseres Museums. Die Rumpfseiten sind stark mit Rostbraun, nicht, wie bei den altweltlichen Elenen, mit Bräunlich-gelb melirt. Die hellen Stellen der Seiten seiner Beine sind hellbraun (nicht rostbraun), theilweis schmutzigweiss. Die hinten und an den Seiten weisslichen Beine unserer alten altweltlichen Exem-

plare zeigen indessen stellenweis Uebergänge zu einer solchen Färbung. Die Fr. Cuvier'-schen Figuren des amerikanischen Elens besitzen übrigens weissliche Füsse.

In Betreff der Ohrfarbe ist noch zu bemerken, dass an der Audubon'schen Figur des alten amerikanischen Elens auf der Mitte der Rückseite jedes Ohrs ein stark abgesetzter, schwarzer Fleck wahrgenommen wird, während an den beiden liegenden Figuren der Audubon'schen Tafel die ganze Hinterseite der Ohren schwarz erscheint, eine Färbung, die weder an unserem amerikanischen Felle, noch an einer der andern Abbildungen des amerikanischen Elens sichtbar ist und auch allen von mir beobachteten europäischen Exemplaren fehlte. Es fragt sich also, ob wirklich die alten amerikanischen Elene den fraglichen schwarzen Ohrfleck besitzen. (?!)

Die Farbe der Mähne des Rückens scheint beim amerikanischen Elen sehr abzuändern. Pennant (*Arct. zool.*) nennt sie lichtroth, Harlan dunkel und Jardine *of a fown colour* *). In der bei Jardine befindlichen Abbildung ist sie rostbraun, am Winterkleide der F. Cuvier'schen Figur rostgelb, bei Audubon nur am Grunde rostfarben, während unser altes europäisches Männchen am Grunde derselben eine leichte Spur dieser Färbung bietet.

Unser amerikanisches Elenfell hat übrigens, ähnlich einem unserer jüngern europäischen Elene, eine braunschwarze Mähne.

Einen bei unserem amerikanischen Elenfell von der Mähne sich fortsetzenden, deutlich abgesetzten, bei Audubon und an unsern beiden alten europäischen Exemplaren (d. h. dem Männchen und Weibchen) fehlenden, schwarzen Rückenstreifen finde ich auch bei einem unserer jüngern Elene, nur ist er kürzer und weniger intensiv gefärbt. Die Intensität der Farbe des Rückenstreifens nimmt übrigens bis zum Erlöschen auch bei andern Säugethieren ab. Dem erwähnten Rückenstreifen kann übrigens, da er sowohl beim altweltlichen als beim amerikanischen Elen vorkommt oder fehlt, keine Bedeutung zugeschrieben werden.

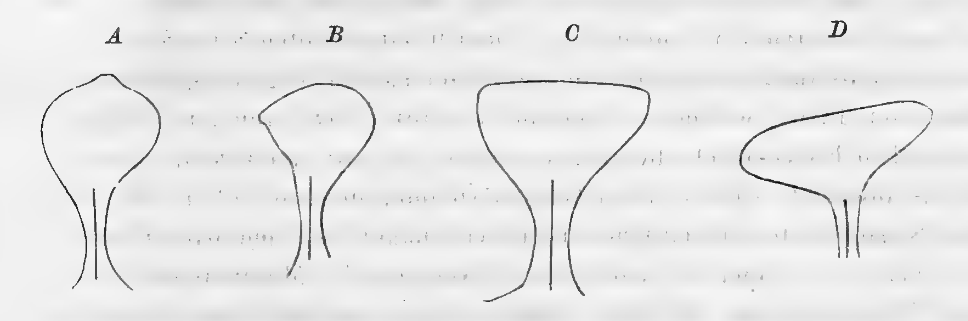
Ein unter dem Rückenstreifen unseres amerikanischen Elens bemerkbarer, sehr breiter und langer, hellrostbrauner, auf den Rumpfseiten befindlicher, Streifen wird auf einem unserer russischen Felle nur schwächer und mehr gelblich wahrgenommen, ja ist auch über den Schultern unter der Mähne bei unserem alten Weibchen schwach angedeutet.

Nach De Kay (a. a. O.) soll die Farbe des Körpers des amerikanischen Elens oben gelblichbraun, die Ohren aber gräulich (also ohne den oben besprochenen schwarzen Fleck), wohl im Sommer, sein, während im Winter der Kopf, Hals und die ganze Oberseite schwarz wären. Genau genommen dürften also auch die oben besprochenen Färbungsverhältnisse keine constanten Unterschiede des amerikanischen Elens vom altweltlichen bieten.

Der Umstand, dass die nackten Stellen auf der Oberlippe bei manchen Thierarten unterscheidende Charaktere liefern, veranlasste mich, auch bei unsern Elenfellen die Ge-

*) Eine solche Färbung der Mähne kann übrigens auch durch Verbleichen von Schwarz oder Dunkelbraun bei lange in den alten Museen aufbewahrten Exemplaren entstanden sein.

stalt der in der Mitte der Oberlippe befindlichen schwarzen, haarlosen Stelle zu vergleichen. Ich fand dieselben (siehe die untenstehenden Figuren) beim alten russischen Männchen (*A*) und Weibchen (*B*) löffel- oder spatelförmig, bei einem jüngern russischen Exemplar (*C*) weinglas-ähnlich, oben schwach stumpfwinklich, beim amerikanischen Fell aber (*D*) hutpilzförmig, oben breiter und stärker gewinkelt. Die Gestalt der kahlen Stelle beim jüngeren



russischen Elenexemplar (*C*) macht es jedoch zweifelhaft, dass die amerikanischen Elene constant eine pilzförmige, nackte Stelle haben, was künftige Beobachtungen entscheiden müssen.

Da zur Unterscheidung der Hirscharten die Geweihe eins der Hauptkennzeichen abgeben, so musste denselben zur Entscheidung der Frage über die Differenz oder die Identität des amerikanischen Elens eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Ich zog daher nicht blos die zahlreichen, mir vorliegenden, Exemplare derselben zu Rathe, sondern benutzte auch die von andern bildlich dargestellten, und gelangte auf diese Weise zu folgenden Ergebnissen.

Der bei Cuvier (*Rech. s. l. oss. foss. Pl. 165*, *Fig. 24*) dargestellte, auf unserer Taf. III, Fig. 9 copirte (wie es scheint einem canadischen Elen angehörige), Geweihstock gleicht der Schaufel eines hiesigen Elens, die ich auf Taf. I, Fig. 12 darstellen liess und noch mehr der ebendaselbst mit *Fig. 10* bezeichneten aus Blasius (*Fauna der Wirbelth. Deutschl. S. 437*) copirten Schaufel des altweltlichen Elens.

Die von Cuvier, ebd. Fig. 25, gelieferte Schaufelfigur (siehe die Copie auf unserer *Taf. III*, *Fig. 10*) steht offenbar in der Mitte zwischen unseren unter *Fig. 10* und *13* aufgeführten, aus Blasius (a. a. O.) auf unserer *Taf. I* copirten, Schaufeln und ähnelt den Geweihschaufeln des bei Gervais (*Hist. des mammif.*) dargestellten Elens.

Cuvier's canadische Schaufel (ebd. Fig. 26), deren Copie man auf unserer *Taf. III*, *Fig. 5* findet, lässt sich sehr wohl als eine Mittelform zwischen den beiden auf unserer *Taf. I*, *Fig. 13* und *14* abgebildeten Schaufeln des altweltlichen Elens betrachten.

Cuvier's, ebd. *Fig. 27*, dargestellte, auf unserer *Taf. III*, *Fig. 7* copirte, Schaufel ist offenbar nur eine Modification der auf unserer *Taf. I*, *Fig. 14* und *15* wahrnehmbaren Schaufeln.

Cuvier's Fig. 28 führt uns die von mir Taf. III, Fig. 8 copirte Schaufel eines canadischen Elens zur Ansicht, die hinsichtlich ihres untern Augensprosstheils unserer aus

Blasius copirten Geweihschaufel eines europäischen Elens *Fig. 14*, *Taf. I* gleicht in Bezug auf ihren Endtheil aber nur eine, durch vorgeschrittenes Alter des Individuums bedingte, Modification unserer unter *Fig. 15*, *Taf. I* dargestellten ist.

Die aus Baird (*Mamm. of Northamerica*) auf unserer *Taf. III. Fig. 4* copirte Schaufel eines jungen amerikanischen Elens stimmt im allerwesentlichsten mit der auf unserer *Taf. I*, *Fig. 8* aus Blasius copirten und stellt hinsichtlich ihres Endtheils eine Zwischenstufe zwischen unseren Taf. I unter Fig. 7 und 9 dargestellten Schaufeln dar.

Die ebenfalls aus Baird entlehnte, auf meiner Taf. III, Fig. 6 abgebildete, Schaufel eines amerikanischen Elens, welche von den aus Cuvier (*Rech.*) von mir entlehnten Schaufeln des canadischen Elens durch die langen Zinken des nur am Grunde erweiterten Augensprosstheils abweicht, steht in ihrer Gesammtbildung den auf *Taf. I. Fig. 13* und *14* dargestellten Schaufeln des altweltlichen Elens viel näher, als den nach Cuvier auf unserer *Taf. III*, *Fig. 5*, *7*, *8* und den nach einem Exemplar des Museums der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ebd. Fig. 1 dargestellten amerikanischen Geweihschaufeln. Die mit langen Zinken versehene Endhälfte des Augensprosstheils ist gleichsam eine Mittelstufe zwischen der mit langen Zinken versehenen Schaufel *Fig. 13* und dem der gleichfalls altweltlichen *Fig. 14.* Die Baird'sche Schaufel ähnelt aber auch, mit Ausnahme ihres mit längern Zinken versehenen Augensprosstheils, unserer Fig. 15 auf Taf. I *).

Die linke Schaufel des Geweihes des Balges unseres amerikanischen Elenthieres unserer Taf. III, Fig. 2 gleicht bis auf die variabele Richtung der Zinken und des an der Spitze gespaltenen Endzinkens der auf unserer *Taf. I*, *Fig. 7* abgebildeten russischen Schaufel. Was die Spaltung der Endzinken und die Richtung der Zinken anlangt, so findet sie sich bei einer andern Schaufel aus dem Nowgorod'schen Gouvernement, die ich Hrn. Jerofejew verdanke, und die bis auf den längern Basaltheil der linken Schaufel des Balges unseres amerikanischen Elenthiers sehr ähnlich sieht. — Das fragliche amerikanische Geweih ähnelt übrigens auch hinsichtlich seiner linken Schaufel dem bei Jardine (*Natur. Librar. III*, *Pl. 5*) dargestellten; nur bietet letzteres eine unwesentliche, kleine, accessorische Zinke.

Vergleicht man das auf unserer *Taf. III*, *Fig. 1* dargestellte sehr grosse, im Museum der St. Petersburger Akademie befindliche, amerikanische, in Bezug auf Schaufelgestalt heteromorphe, Geweih mit einem auf unserer *Taf. I*, *Fig. 4* in gleicher Grösse dargestellten, ebenfalls beträchtlichen, altweltlichen, mit fast ganz symmetrischen Schaufeln versehenen, des hiesigen Berginstitutes, so erscheinen die Basaltheile des Geweihes des letztern kaum kürzer, als beim amerikanischen. Beim amerikanischen ist übrigens der Basaltheil der rech-

*) Der lange Basaltheil der *Taf. III*, *Fig. 6* dargestellten, aus Baird copirten, Schaufel kann indessen keineswegs für ein Unterscheidungszeichen des amerikanischen Elens genommen werden, wie die kurzen Basaltheile der auf unserer *Tafel III*, *Figur 1*, *4*, *5*, *7*, *8*, *9*, *10* dargestellten Geweihtheile amerikanischer Elene nebst den Geweihen, so wie das von Audubon auf *Pl. LXXVI* dargestellte Exemplar eines alten Exemplares nachweisen. Das ebendaselbst Figur 2 dargestellte Geweih des amerikanischen Elen-Exemplares des Museums der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zeigt übrigens einen rechten, kürzern und einen linken, etwas längern Basaltheil.

ten Schaufel kürzer, als der der linken. Das Ende des Augensprosstheils der linken Schaufel des amerikanischen Geweihes entspricht gestaltlich ganz dem der linken Schaufel des altweltlichen. Der Augensprosstheil der rechten Schaufel zeigt eine abweichende Gestalt. Der, wie beim altweltlichen, eine enorme Schaufel darstellende Endtheil des amerikanischen Geweihes weicht von dem des altweltlichen dadurch ab, dass die unterste Zinke desselben stark abgesetzt erscheint. Die auf *Taf. I, Fig. 13* und *15* abgebildeten altweltlichen, nur jüngern Schaufeln zeigen indessen eine ähnliche Bildung.

Das sehr grosse amerikanische Geweih des Museums unserer Akademie weicht daher von manchen altweltlichen nur durch solche sehr unwesentliche Merkmale ab, die man als in den Variationskreis der Elengeweihe fallende ansehen kann.

Der bei Griffith (*Animal. kingd. IV*) abgebildete Kopf eines amerikanischen Elens trägt ein Geweih, welches dem (siehe Seite 11) unseres grossen, im Museum der Akademie aufgestellten, altweltlichen Elens hinsichtlich seines linken Geweihstockes ähnelt.

Dasselbe Aehnlichkeits-Verhältniss bietet Audubon's *Fig. Pl. LXXVI,* nur dass bei ihr der rechte Geweihstock einen gespaltenen Augenspross (statt eines einfachen) bietet und der Hintertheil des Geweihes acht Zinken (statt fünf) besitzt. Ferner ist beim rechten Geweihstock der Audubon'schen Figur der Augenspross nur zwei- (nicht dreizinkig) und der Endtheil achtzinkig (nicht fünfzinkig). — Audubon's Exemplar ist entschieden ein älteres, woraus sich die grössere Zinkenzahl des Endtheiles des Geweihes erklärt.

Endlich gleicht das von Richardson (*Zoolog. of the Voyage of Herald Fossil. mamm. Pl. XXII*) dargestellte Geweih seines vermeintlichen *Alces muswa* nicht blos den auf unserer *Taf. III, Fig. 7, 8* abgebildeten amerikanischen Geweihstöcken, sondern auch den auf unserer *Taf. I, Fig. 1, 12* und *15* abgebildeten lebenden altweltlichen, so wie den *Taf. II, Fig. 1, 9, 12,* und ganz besonders den ebendaselbst *Fig. 10* und *11* repräsentirten fossilen, europäischen.

Werfen wir einen vergleichenden Gesammtblick auf die altweltlichen Geweihe unserer *Taf. I* und auf die *Taf. III* abgebildeten amerikanischen, und ziehen dabei das über die bei Griffith und Richardson dargestellten Geweihe Bemerkte in Betracht, so ergiebt sich, dass auch die Geweihe des amerikanischen Elens hinsichtlich der Gestaltung des Augensprosstheils dieselben Entwickelungsstufen darbieten, wie die altweltlichen. Auch fand De Kay im New-Yorker Museum mehrere amerikanische Elengeweihe ohne abgesetzte Augensprossen. Die Geweihbildungen des amerikanischen Elens zeigen daher nicht einmal darauf zu begründende sichere Racen-Kennzeichen. Es wäre indessen doch möglich, dass in Amerika die bleibende Sonderung des Augensprosstheils häufiger vorkäme, als in Europa oder Nordasien, worüber künftige, an zahlreichen Geweihen anzustellende, Beobachtungen die Entscheidung zu liefern haben. Für jetzt möchte ich es jedoch nicht bejahen.

Der Vergleich der auf Tafel III dargestellten Geweihe des amerikanischen Elens mit den auf Tafel II abgebildeten fossilen, altweltlichen, liefert im Wesentlichen dasselbe für die Annahme einer einzigen Elenart sprechende Resultat.

Es kann daher, nach Maassgabe der Geweihbildung, von einem *Alces americanus* oder einem *Alces muswa* eben so wenig die Rede sein, wie von einem *Alces fossilis* u. s. w., sondern nur von einem *Cervus Alces* Linn. seu *Alces palmatus auct.*

Was den Knochenbau des Elens anlangt, so wird man wirkliche Unterschiede des amerikanischen Elens vom europäischen vergebens in der ziemlich ausführlichen Beschreibung suchen, welche Richardson (*a. a. O.*) vom Skelet des amerikanischen Elens lieferte. Seine Vergleiche beziehen sich mehr auf die Unterschiede des fraglichen Skelets von *Bos*, *Tarandus* und den andern *Hirschen*, als auf den Nachweis der Abweichungen der Skelete des europäischen und amerikanischen Elens. Uebrigens werden von ihm nur die geringere Breite des Maxillartheils des Schädels und die Gestalt der Nasenbeine als Abweichungen des amerikanischen Elens vom europäisch-asiatischen angedeutet.

Leider steht mir vom amerikanischen Elen nur die Hirnkapsel des Schädels nebst einem kleinen Theile des Gesichtstheiles zu Gebote. An der Hirnkapsel, so wie am Gesichtstheil vermochte ich indessen durchaus keine specifischen Unterschiede des amerikanischen Elens vom europäischen zu entdecken. Die von Richardson (*p. 104*) angegebene geringere Breite des Maxillartheils des Schädels des amerikanischen Elens kann ich daher auch nicht bestätigen. Die Breite des Schädels richtet sich übrigens nach dem Alter. Bei jüngern Thieren ist er breiter.

Die Nasenbeine des europäischen Elens, wie ich an mehrern Schädeln verschiedenen Alters beobachtete, sind breiter oder schmäler. Ihre ganze Oberseite kann gewölbt erscheinen und sich allmählich abdachen, oder ihre abgeplatteten, ebenen Seitentheile können plötzlich nach unten sich senken. Auch die Nasenbeine bieten demnach keineswegs jenen Unterschied von dem des amerikanischen Elens, worauf Richardson hindeutet.

Der Atlas unseres amerikanischen Elens stimmt ganz mit dem des altweltlichen. Dasselbe gilt von den bei Richardson *Pl. XX* und *XXI* dargestellten drei Halswirbeln. Den auf *Pl. XXIV* bei Richardson abgebildeten Radius mit der Ulna, so wie das ebendaselbst von seiner Hinterfläche dargestellte Os metacarpi mit den Knochen der Afterzehen des amerikanischen Elens vermag ich ebenfalls nicht von den entsprechenden Theilen des europäischen zu unterscheiden.

Fragen wir nun schliesslich: ob den vorstehenden Untersuchungen zu Folge das amerikanische und europäische Elen sich durch sichere, namhafte Kennzeichen als echte Arten unterscheiden lassen, so müssen wir dies verneinen. Die oben angegebenen Farbendifferenzen, namentlich die mehr rothbraunen oder braunen Tinten, des amerikanischen Elens fallen nicht ins Gewicht, da sie theilweis von den Jahreszeiten und vom Alter, so wie auch von climatischen und Nahrungsverhältnissen abhängen, ja selbst möglicherweise alten, verblichenen Exemplaren ihren Ursprung*) verdanken können. Der schwarze Ohrfleck, selbst

*) Man hat bisher diesem Umstande nicht die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt. In Museen, worin die Säugethiere durch climatische Verhältnisse, häufige Besuche u. s. w. oft und lange dem Licht ausgesetzt werden, pflegen nach 25 bis 30 Jahren die Farben der aufgestellten Exemplare so verändert zu sein, dass sie für wissenschaft-

wenn ihn die alten Männchen constant wirklich besitzen sollten, was sehr zweifelhaft ist, kann nicht als Kennzeichen des amerikanischen Elens gelten, da er den Weibchen zu fehlen scheint. Eher liesse sich vielleicht die oben stark gewinkelte (beim altweltlichen Elen oben gerundete) nackte Stelle der Oberlippe des amerikanischen Elens, wenn sie stets nur bei ihm so gestaltet wäre, wie an unserem amerikanischen Felle, wenn sie ferner nicht nach dem Alter oder der in den verschiedenen Jahreszeiten variirenden Behaarung der Oberlippe ebenfalls abändert und sich dadurch der des altweltlichen nähert, als Merkmal betrachten. Es wären indessen auch diese, noch einer weitern Bestätigung bedürftige, Abzeichen um so unwesentlicher, da sich nach alleiniger Maassgabe derselben das amerikanische oder europäische Elen oder beide nur als Product einer sehr beschränkten natürlichen Züchtung betrachten liessen; eine Ansicht, die uns veranlassen würde, sie nur als Varietäten oder Racen einer Art anzusehen.

Für die Annahme der specifischen Einheit des europäisch-asiatischen Elens spricht indessen auch die Gleichartigkeit der circumpolaren, in die subboreale übergreifenden Säugethierfauna Amerikas und Nordasiens, welche Continente wohl, wie es scheint, zu jener so fernen Zeit zusammenhingen, als das noch jetzt mittelst der Polargrenze seiner Verbreitung in dieselbe eingreifende Elen, in viel nördlicher als seine gegenwärtigen Wohnsitze gelegenen Gegenden gleichzeitig mit den Gliedern der miocänen Polarfauna zuerst aufgetreten sein möchte. (Siehe Capitel VII.)

Siebentes Capitel.

Ueber die frühste geographische Verbreitung des Elens und seine muthmaassliche Urheimath.

Bekanntlich erlitten, wie wir aus den bisherigen paläontologischen Ergebnissen folgern dürfen, die Faunen unseres Planeten im Verlaufe grosser Zeiträume durch physikalische und terrestrische Einwirkungen oder den Einfluss des Menschen und seiner fortschreitenden Cultur mannigfache Veränderungen, die sich theils durch die Auswanderung von Arten aus ihren Wohnsitzen, theils durch ihr dortiges Aussterben oder ihre allmähliche Vertilgung kund gaben. Es wird also diesem Verhältniss die ihm gebührende Rücksicht zu schenken sein. Die Untersuchungen über die geographische Verbreitung eines Thieres werden daher nicht blos die Gegenwart, sondern auch, ja nicht selten oft mehr, zuweilen selbst ausschliesslich, nach Möglichkeit auch die Vergangenheit und die damit zusammenhängende Frage über seine Urheimath zu berücksichtigen haben, so weit sie sich direct durch fossile Reste oder schriftliche Aufzeichnungen, oder indirect aus darauf fussenden Schlussfolgerungen nachweisen lässt.

---

liche Untersuchungen nicht taugen. Die grossen Sammlungen Europa's besitzen nach meinen Erfahrungen solche, für Untersuchungen bedenkliche, Exemplare in grosser Menge.

Wenn wir nun einen Gesammtblick auf das, entweder nur durch fossile Reste documentirte, oder durch die Beobachtung lebender Exemplare nachgewiesene, Vorkommen des Elens werfen, so finden wir, dass dasselbe gerade zu denjenigen Thieren gehört, deren ehedem so ausgedehntes Verbreitungsgebiet im Laufe verschiedener Zeiträume sehr namhafte Veränderungen erlitt, Veränderungen, die sich nach meiner Ansicht, wie wir unten sehen werden, auf drei, oder genauer genommen wohl auf vier, Phasen oder Perioden der Existenz der Elenspecies zurückführen lassen.

Der Umstand, dass die Reste der Elene, der Bewohner gemässigt-borealer oder borealer Ländergebiete, in Europa erst in den diluvialen oder alluvialen Ablagerungen gefunden wurden, führte zu der häufig noch jetzt geltenden Annahme, dass sie erst seit der Diluvialzeit existirt hätten, also diluviale oder sogenannte quaternäre Thiere derjenigen Länder seien, worin sie noch jetzt leben, oder worin man bisher ihre Reste entdeckte. Die neuern Fortschritte auf dem Gebiete der Paläontologie gestatten es indessen nicht, sich bei dieser Annahme zu beruhigen, sondern geben vielmehr, wie mir scheint, Veranlassung zur Erörterung folgender Fragen. Waren die Elene ein neues Schöpfungs- oder nach Darwin's Theorie ein natürliches Züchtungsproduct der Diluvialzeit derjenigen Länder, worin sie noch jetzt leben, oder in denen man ihre Reste findet, oder gelangten sie durch Einwanderung aus andern Ländergebieten in dieselben, so namentlich nach Europa, so wie in die gemässigtern Theile Asiens und Nordamerikas? Wenn nun aber das Letztere der Fall war, welche Gebiete bewohnten sie früher?

Für die Annahme, dass sie als ein zur Diluvialzeit erschienenes neues Schöpfungsproduct betrachtet werden könnten, spricht zwar, dass erst in den diluvialen und alluvialen Erdschichten Europas, nicht in ältern, ihre Reste gefunden wurden. Dass sie aber erst zu jener Zeit in Europa als neue Schöpfungen auftraten, dafür fehlen alle Beweise. Wir vermögen uns auch überhaupt von einem so plötzlichen Auftauchen so grosser Thiere, wie das der Elene und anderer ihrer Faunengenossen, als Ersatz anderer, untergegangener, gar keine Vorstellung zu machen. Auch können wir uns nicht wohl denken, dass ein bereits ziemlich rauhes Clima, wie das der Diluvialzeit, neue grössere Säugethiere habe produciren können. Es erscheint wenigstens die Hypothese plausibeler, dass die Entwickelung der Organismen, namentlich der höhern, unter günstigern climatischen Bedingungen erfolgte, als sie die Diluvialzeit bieten konnte.

Was die zweite muthmaassliche Hypothese anlangt, dass sie in Europa, Asien und Amerika nach und nach als natürliches Züchtungsproduct anderer Formen aufgetreten sein möchten, so erscheint sie zwar plausibeler. Es fehlen jedoch für sie die lediglich durch paläontologische Funde zu liefernden Beweise. Nirgends hat man in irgend einer mit ihrem Auftreten gleichzeitigen oder ältern Ablagerung solche Reste entdeckt, die Thierformen angehören, aus denen Elene u. s. w. sich ableiten liessen.

Wären die Elene aus der Umwandlung einer hirschartigen oder den Hirschen verwandten Form erst in der Diluvialzeit entstanden, so würde man wohl, wenn auch nur ge-

ringe, Spuren von Knochenresten schon entdeckt haben, welche Andeutungen einer solchen Transformation zu liefern vermöchten.

Erwägt man übrigens näher, was oben bereits hinsichtlich der grossen Uebereinstimmung der fossilen Reste des Elens mit den homologen Theilen lebender Individuen, dann über seine ganz eigenthümlichen, morphologischen und biologischen Verhältnisse bemerkt wurde, Verhältnisse, die uns veranlassen, das Elen (ebenso wie das Renthier) für einen eigenthümlichen, für ein mehr nördliches Clima bestimmten, Urtypus der hirschartigen Thiere zu halten, so dürfte an complicirte Umbildungen seiner Stammform wohl überhaupt nicht zu denken sein. Am wenigsten möchte eine solche zur Diluvialzeit, oder während der Eisperiode statt gefunden haben, wenn auch Jaeger und Bessels (Petermann's *Mittheilungen. 1870. III. p. 84*), ohne freilich Beweise dafür anzuführen, die Meinung aussprechen: «viele Thiere der gemässigten und kalten Zonen hätten den umformenden Einfluss der Eiszeit über sich ergehen lassen» und sogar noch die, mit der frühern Existenz einer hochnordischen miocänen Flora völlig unvereinbaren, Sätze hinzufügen: «Die tropischen Formen seien für die ältern, die nördlichen für die jüngern zu halten. Die Tropen spielten die Rolle einer Arche Noä für viele alterthümliche Formen».

Was die von mir untersuchten zahlreichen Schädel vom *Rhinoceros tichorhinus*, des Zeit- und Landesgenossen des Elens, und die mir bekannten Elenreste selbst anlangt, so liefern sie keine Beweise für die Transformation der genannten Thierformen während der Eiszeit. Es müssten sich sonst wohl mindestens kenntliche Racen-Unterschiede unter den fraglichen Resten haben wahrnehmen lassen, was jedoch nicht der Fall ist.

Sind wir, wie ich am Schlusse meiner Monographie des Hyrax zeigte, genöthigt, nicht eine oder wenige Gattungen und Arten, sondern sehr viele Stammformen von Thieren, wenigstens beim jetzigen Standpunkte unseres Wissens, anzunehmen, so lassen sich das Elen nebst dem Rennthier, ja selbst noch andere Hirschformen sehr wohl als ursprüngliche Arttypen ansehen. Allerdings existiren auch solche vermeintliche Hirscharten, die einander so nahe stehen, dass sie als durch eine Art von Züchtungsprozess entstandene angesehen werden können.

Selbst Jaeger und Bessels, welche (*a. a. O. p. 82. ff.*) den Versuch machten, nach Darwin's Prinzipien einen möglichst-einheitlichen Ursprung der Hirsche nachzuweisen, fanden, wie bereits oben im Abschnitt über die typische Ursprünglichkeit des Elens bemerkt wurde, im Betreff des *Elens* und *Renthiers* Schwierigkeiten für ihre, wie mir scheint, auch hinsichtlich der meisten andern Hirschtypen keineswegs befriedigende, wenn auch immerhin oft geistreichen, Hypothesen.

Wenn nun also das Auftreten der Elene zur Diluvial- und Alluvialzeit weder in Folge einer neuen Thierschöpfung, noch eines natürlichen Züchtungsprosses nachgewiesen werden kann, so darf man die Frage aufwerfen, ob nicht das Erscheinen derselben viel naturgemässer und einfacher auf einem andern Wege sich erklären lässt. Wir wenden uns daher

zur Erörterung der bereits oben angedeuteten Frage: Wanderten nicht die Elene zur Zeit der diluvialen und alluvialen Ablagerungen in Europa aus andern Ländergebieten ein?

Dass Thiere durch Einwanderung oder allmähliche Erweiterung der Grenzen ihrer Wohngebiete an geeigneten Punkten der Erdoberfläche nicht blos periodisch, für bestimmte Zwecke (Brutpflege), wie die Wandervögel, sondern auch constant, sich ansiedeln*), dass dies selbst von solchen geschieht, die keine regelmässigen Wanderungen unternehmen, ist eine bekannte Thatsache. Einzelne Arten, wie *Mus decumanus*, sind durch allmähliche, weit ausgedehnte Ansiedlungen sogar zu cosmischen Arten geworden. Selbst die hirschartigen Thiere verlassen ihre Wohnorte, wenn benachbarte Gegenden ihnen eine bessere Aesung u. s. w. bieten, oder wenn sie aus ihren Aufenthaltsorten vertrieben werden. Vor wenigen Jahren siedelte sich z. B. sogar im St. Petersburger Gouvernement (das nachweislich keine Rehe besitzt, und so weit die, freilich überaus neuen, geschichtlichen und naturhistorischen Nachrichten reichen, in der jüngsten Periode nicht mehr beherbergte) ein kleines Rudel derselben an. Was die Elene anlangt, so wissen wir, dass sie zu Anfange des Sommers sich in die nahen sumpfigen Gegenden begeben, im Herbst aber in die Wälder zurückkehren, dass sie also genau genommen periodisch wandern. Es musste daher gerade ihnen die Auswanderung, namentlich unter der Form weiter ausgedehnter Ansiedelungen, um so leichter werden, wenn in einzelnen von ihnen bewohnten Gegenden physikalische oder terrestrische Veränderungen erfolgten, welche ihre Lebens- und Ernährungsweise benachtheiligten, oder wenn die Zahl ihrer Individuen sich so sehr vermehrte, dass es an reichlicherer Aesung zu fehlen begann. Gerade die früher (namentlich zur Diluvialzeit) in Europa unendlich weiter ausgedehnten Wälder und Sümpfe boten aber den nach Westen wandernden Waldthieren passende Aufenthaltsorte, und eine für ihre Ernährung geeignete Pflanzendecke, die sie übrigens nur mit ihren Faunengenossen zu theilen hatten, da die frühern Bewohner der Gebiete, worin sie sich ansiedelten, die Thiere der wärmern Miocänperiode Süd- und Mitteleuropas, bereits untergegangen oder wenigstens im allmählichen Aussterben begriffen waren. Wir können daher wohl nicht anstehen die Einwanderung von Thieren, und namentlich auch die der Elenthiere, für den plausibelsten Erklärungsgrund ihres Erscheinens in Europa gelten zu lassen. Da jedoch, wie man wohl mit Recht annehmen darf, die oben erwähnten Veränderungen an den Aufenthaltsorten der Thiere, so wie die Vermehrung der Individuenzahl derselben, nicht plötzlich geschahen, so dürften wohl die Einwanderungen in Europa nur nach und nach, während grosser Zeiträume, erfolgt sein.

Die hauptsächlichste Veranlassung der Einwanderung der Elene in Europa dürfte aber wohl die Erkältung des Nordens in Asien während der Vereisungsperiode und die in Folge derselben veränderte Temperatur und Pflanzendecke gewesen sein.

Vom Hochnorden Asiens und des östlichsten Nordens von Europa wissen wir jetzt durch F. Schmidt (*Bulletin de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Pétersb. 3e série. T. XIII, Mél.*

*) Man vergleiche hierüber die beachtenswerthen, wenn auch gedrängten Erörterungen Bronn's (*Handbuch einer Geschichte der Natur. Bd. II. S. 205 ff.*).

biol. VI, p. 675) und Ruprecht (Brandt, *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Sitzungsberichte der königl. Preuss. Akademie der Wissensch. a. d. J. 1846. S. 224 ff.*), dass in frühern Zeiten die Waldgrenze nachweislich bis zum Eismeersaum sich ausdehnte. Es lebten aber zu jenen Zeiten dort Mammuthe und büschelhaarige Nashörner, wie dies die dort an den Fluss- und Seeufern aus dem gefrornen Boden aufgetauchten Leichen derselben beweisen, welche in jenen Ländergebieten im Schlamme der Ufer der grossen Süsswässer versanken, der sich in eine stets gefroren bleibende, durch neu aufgeworfenen Schlamm vermehrte, Masse (Eisboden) verwandelte, welche die von ihr eingeschlossenen Leiber derselben conservirte, wie ich in meinen Arbeiten über die Naturgeschichte des Mammuth*) näher erörterte. Gingen aber die Mammuthe und büschelhaarigen Nashörner, die Zeit- und Landesgenossen der Elene, weiter nach Norden, so war es auch wohl unter früher weit günstigern climatischen und vegetativen Verhältnissen desselben mit ihnen selbst der Fall. Man hat zwar ihre Reste, wie die der Mammuthe, noch nicht im gefrornen Boden gefunden, wohl weil sie nicht gerade an See- und Flussufern versanken und daher nicht wieder losgespült werden konnten, wie die bisher aufgetauchten Leichen der Mammuthe und Nashörner. Auch dürften ihre Reste, selbst wenn sie in dem von Geognosten und Paläontologen noch überaus wenig untersuchten Hochnorden von dortigen Bewohnern entdeckt wurden, da sie einer bekannten Thierform angehören, noch nicht die gebührende Beachtung gefunden haben. Da indessen in dem, leider von keinem tüchtigen Geognosten untersuchten, Neu-Sibirien ausser Resten von Mammuthen auch die von Büffeln und andern Thieren vorkommen sollen, da ferner F. Schmidt während seiner hochnordischen Mammuth-Expedition ein noch von der Hornscheide bedecktes Horn eines *Bos bonasus*, des früher stetigen, im Bialowescher Walde und Nordamerika noch gegenwärtigen, Begleiters des Elens entdeckte, so könnten von den Eismeerküsten und den ihnen benachbarten Inseln als Belege für eine frühere nördlichere Heimath der Elene möglicherweise auch Elenreste aus dem gefrornen Boden ausgegraben werden. Für eine solche Ansicht spricht, dass die Aequatorialzone der Verbreitung des Renthiers in Osteuropa, Nordasien und Nordamerika noch jetzt mit der polaren Verbreitungszone des Elens zusammentrifft, während die Polarzone der Renthierverbreitung sich in Grönland und Spitzbergen findet.

Wenn wir in Erwägung ziehen, dass die Floren und Faunen der Tertiärzeit nur allmählich in Folge der nach und nach eingetretenen Erkältung des Nordens und der Vereisung der Polarländer sich veränderten, und dass in Grönland und Spitzbergen entdeckte Pflanzen- und Käferreste auf eine frühere, dortige Existenz einer Miocänzeit hinweisen, so könnte man selbst wohl die Urheimath der Elene noch über die festländischen Küstengebiete des Eismeeres hinaus zu verlegen haben. An den Pol selbst oder in, vielleicht an ihm liegende, Länder dürfte sie indessen kaum zu versetzen sein, da dieser Platz wohl den

*) Ueber den neuesten Standpunkt unserer Kenntnisse hinsichtlich der Naturgeschichte des *Mammuth* vergleiche man den auf dasselbe bezüglichen Artikel meiner Abhandlung: *Ueber die Säugethierreste der altaischen Höhlen* (*Bullet. de Acad. Imp. des sc. de St.-Pétersb. T. XV (1870), Mél. biol T. VII. p. 424).*

nördlichsten Gliedern der nordeuropäisch-asiatischen und nordamerikanischen Fauna, den Eisbären u. s. w. angehörte, denen freilich wohl in jener fernen Zeit der Anblick des Eises nur im Winter, nicht auch im Sommer, zu Theil wurde. Die nördliche Verbreitungszone des Renthiers dürfte indessen schon damals, wie noch jetzt, in das südlichere Verbreitungsgebiet der echten polaren Thiere eingegriffen haben*), während die Aequatorialzone seiner Verbreitung mit der Polarzone der Verbreitung des Elens, des *Bos bonasus B. taurus sylvestris* (= *primigenius*) u. s. w. zusammenfiel.

Es lässt sich nach Maassgabe der eben gemachten Mittheilungen die Frage aufwerfen: ob nicht die gegenwärtige nordasiatisch-europäische, früher durch Mammuthe, büschelhaarige Nashörner, Riesenhirsche, Hyänen, *Bos taurus*, *Bos bonasus* u. s. w. vervollständigte, Säugethier-Fauna, der auch das Elen angehörte, zur Miocänzeit Grönlands und Spitzbergens (als dort, wie schon Göppert aussprach und später O. Heer bestätigte, die Temperatur der des mittlern Europas und Nordamerikas glich), die beiden eben genannten Ländergebiete bevölkerte, später aber, als der Hochnorden allmählich vereiste, sich nach und nach südlicher ansiedelte? Für ein solches Verhältniss dürften folgende Thatsachen sprechen.

Die Reste der arctischen Miocänflora, namentlich Grönlands und Spitzbergens, gehören in der Mehrzahl solchen Familien (siehe Anhang I.) und Gattungen an, die sich in der Flora der mittlern, zum Theil nördlichen Theile Europas, Nordasiens oder Nordamerikas (der Heimath des Elens) noch jetzt finden. Unter den bis jetzt aus dem Hochnorden gebrachten fossilen Pflanzenresten wies nämlich O. Heer (*Flora arct. 1868*) folgende Gattungen als Hauptbestandtheile der arctischen Miocänflora nach: *Pteris*, *Osmunda*, *Equisetum*, *Cyperus*, *Carex*, *Phragmites*, *Sparganium*, *Potamogeton*, *Pinus*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Populus*, *Salix*, *Myrica*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Andromeda*, *Menyanthes*, *Fraxinus*, *Galium*, *Hedera*, *Vitis*, *Cornus*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Tilia*, *Acer*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Rhus*, *Juglans*, *Prunus* und *Crataegus*. Dazu kamen später (1869) *Sorbus*, *Viburnum*, *Polygonum*, *Salsola*, *Nenuphar*, *Iris*, und *Najas*.

Was die Arten anlangt, so finden sich nach Heer darunter solche (wie *Pinus abies* und *P. montana*, nebst *Taxodium distichum*), die von den genannten, noch jetzt in Europa

---

*) Wenn man erwägt, dass noch jetzt im Hochnorden sogar heisse, wenn auch sehr kurze Sommer vorkommen, die von den Polarthieren ertragen werden und dabei das noch jetzt in Europa vom Twer'schen und Orelschen Gouvernement und in Asien vom Altai und der Manschurei bis zum Eismeer, ja bis Spitzbergen und Grönland ausgedehnte Verbreitungsgebiet des Renthiers (siehe meine *Zoogeographischen Beiträge*) in Betracht zieht, so dürfte daraus wohl zu schliessen sein, dass nicht nur das Renthier, sondern auch andere Polarthiere, so der *Eisfuchs*, die Fähigkeit besitzen, sich verschiedenen Temperaturverhältnissen zu accommodiren und dass sie vermöge dieser Befähigung nicht nur während, sondern auch nach der Vereisung der Polargegenden in denselben sich aufhalten konnten. Die Wasserthiere fanden übrigens im Meere reichliche Nahrung. Das Renthier musste freilich, um existiren zu können, im Hochnorden sich an den Genuss einer nur sehr spärlichen Vegetation gewöhnen, der Eisfuchs aber (nach Malmgren) in Grönland und Spitzbergen, wo die Leminge fehlen, während des Sommers mit Schneehühnern und ihren Eiern, im Winter aber gar mit den Ueberbleibseln der Mahlzeiten der Eisbären vorlieb nehmen lernen. Den beiden genannten Landthieren dürfte also wohl sogar eine doppelte Accommodationsfähigkeit zukommen, an Wärme (zur Miocaenzeit), an Kälte in der folgenden Periode, wie noch heute auch dem Tiger.

oder Nordamerika vorhandenen Arten gar nicht zu unterscheiden sind. Andererseits sind deren viele vorhanden, die von noch lebenden Arten so wenig abweichen, dass sie für in modificirter Gestalt auf die Jetztzeit gekommene Formen derselben gelten könnten. Es gehören dahin wohl so manche, wenn auch nicht alle, analogen oder homologen Arten Heer's (*m. vergl. Anhang I*). Der allgemeine Charakter der fraglichen Miocänflora ähnelte also, wie schon angedeutet, dem gegenwärtig im mittlern und theils etwas südlichen, aber auch etwas nördlichern Europa, Nordasien und Nordamerika (den jetzigen Wohngebieten des Elens) herrschenden. Da nun einem gewissen Charakter der Flora eines Landes auch ein gewisser Charakter seiner Fauna entspricht, so dürfte die Annahme nicht eben unzulässig erscheinen, dass wohl auch die Säugethier-Fauna der Miocänzeit des Hochnordens im Allgemeinen der Fauna der Gegenwart des mittlern und nördlichern Europas, Asiens und Nordamerikas ähnlich gewesen sein möchte.

Eine solche Annahme scheint auf den ersten Blick der Umstand nicht zu begünstigen, dass unter den Gliedern der nordasiatisch-europäischen Fauna, als sie noch vollständiger war als jetzt, auch solche sich befanden, wie die Mammuthe, büschelhaarigen Nashörner, Moschusochsen, Renthiere und selbst Elenthiere, die den Charakter von Thieren borealer, ja selbst subarctischer, ja sogar arctischer, Gegenden an sich zu tragen scheinen. Bedenkt man indessen, dass diese Thiere in früherer Zeit sogar aus Nordasien nicht nur bis Deutschland, sondern auch bis Frankreich und England, ja, nachweislich, wenigstens theilweis, bis Oberitalien, also in Länder sich verbreiteten, die zwar damals kälter waren als jetzt, aber doch kein so unwirthliches Clima besassen, dass in ihnen, wie im Norden Sibiriens, Thierleichen einfrieren und sich Jahrtausende im gefrornen Boden erhalten konnten, so darf man solchen Thieren wohl eine namhafte Befähigung zur Anpassung an verschiedene climatische Verhältnisse zuschreiben. Es möchte dies um so zulässiger sein, da eine solche Befähigung, wie schon früher bemerkt, nach Maassgabe der noch gegenwärtigen geographischen Verbreitung, am Renthier, dem Heimathgenossen der Mammuthe, büschelhaarigen Nashörner, und Moschusochsen, ja theilweis selbst an den, früher von Virginien fast bis zum Gestade des Eismeeres (namentlich bis zum 69° n. B.) am Mackenzie verbreiteten, Elenthieren sich entschieden annehmen lässt. In Folge einer solchen Befähigung könnten denn also auch die letztgenannten Thiere Glieder der Fauna des hohen Nordens während seiner Miocänzeit gewesen sein, die, als die Wärme in der Miocänperiode des Nordens allmählich abnahm, sich nach und nach an niedere Temperaturen gewöhnten. Es konnte dies um so leichter geschehen, wenn trotz der von Göppert auf 8—10° höher angenommenen mittlern Temperatur der hochnordischen Miocänperiode der Hochnorden weniger warm, ja rauher war, als Europa zur Zeit der Miocänperiode, namentlich als dort nach und nach rauhere Sommer und kältere Winter sich einstellten. Es mochte dies namentlich wohl nach Maassgabe der allmählichen Erkaltung des Nordens in den letzten Perioden seiner Miozänzeit der Fall sein. Die Gewöhnung an niedere Temperaturen dürfte aber doch bei vielen miocänen Thierarten eine begrenzte gewesen sein und deshalb Anlass zur frü-

hern Auswanderung nach Süden oder zum Aussterben gegeben haben, wie dies hinsichtlich der Flora deutlich hervortritt.

Wie sehr übrigens manche Thiere sich nach und nach den verschiedensten Temperaturen anzupassen vermögen, beweist ganz besonders die Verbreitung des Tigers. (Man vergl. meine Abhandlung über die Verbreitung dieser Thierart in den *Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. VIe sér. Scienc. math.-phys. et nat. T. VIII.*)

Dass, wie schon oben (S. 42) angedeutet wurde, auch die Nahrungsverhältnisse bei den Auswanderungen der hochnordischen Thiere eine Rolle spielten, möchten die noch jetzt in Spitzbergen und Grönland vorkommenden Renthiere und Eisfüchse beweisen, die man wohl als Ueberreste der dort ehedem weit reichern, nördlichen Miocänfauna des Hochnordens zu betrachten hat.

Die Säugethier-Fauna der Miocänperiode Europas, welche den Charakter der jetzigen afrikanischen und südasiatischen an sich trug, unterschied sich allerdings von der gegenwärtigen nordasiatischen und höhern nordamerikanischen Fauna, die ich als nach Süden gedrängten Rest der Fauna der Miocänzeit des Hochnordens anzusehen geneigt bin, durch den grössern Reichthum an Arten, durch manche ihr eigenthümliche Gattungen (z. B. *Mastodon*, *Dinotherium*, *Elasmotherium* u. s. w.) und ganz besonders durch die Gegenwart von Quadrumanen und Edentaten. Die fragliche hochnordische miocäne Fauna besass indessen doch auch solche Gattungen, welche jetzt nur in Afrika und Südasien vorkommen, wie *Elephas* und *Rhinoceros*, und näherte sich dadurch auf ähnliche Weise der Miocänfauna Europas, wie die miocäne Flora des Hochnordens der Europas ähnelte.

Es fragt sich indessen, ob die vermuthliche miocäne Säugethier-Fauna des höhern Nordens selbst zu jener Zeit noch vollständig war, als die ihr noch angehörigen Mammuthe, büschelhaarigen Nashörner, Moschusochsen u. s. w. schon zum Theil nach Süden gewandert waren. Mehrere, oder vielleicht selbst viele, andere Arten der fraglichen Fauna, die keine, oder nur eine geringe, Fähigkeit besassen sich an veränderte Temperaturen zu gewöhnen, könnten ja früher als die Mammuthe u. s. w. ausgestorben sein, Arten, deren Reste möglicherweise im gefrornen Boden der hochnordischen Länder begraben liegen. Die von Engländern, Schweden, Deutschen, Dänen und Amerikanern bereits begonnenen, allerdings sehr kostbaren und schwierigen, in den fraglichen Ländern künftig im grössern Masstabe fortgesetzten Untersuchungen werden hoffentlich die in Rede stehende Frage zur Entscheidung bringen.

Uebrigens liegt keine Nothwendigkeit vor, dass die Faunen der Miocänzeit verschiedener Länder stets genau denselben morphologisch-biologischen Charakter besassen und an Arten wie auch an Gattungen denselben Reichthum zeigten. Bieten nicht noch jetzt zahlreiche, getrennte, wenn auch einer ähnlichen Temperatur sich erfreuende, Continente, ja sogar manche Länder oder Inseln (Madagaskar) in morphologischer und biologischer Beziehung ganz eigenthümlich charakterisirte, durch eine mehr oder weniger grosse Menge von Arten und Gattungen repräsentirte Floren und Faunen! Die jetzige nordasiatisch-ame-

rikanische mit der subpolaren miocänen identifizirte, Fauna brauchte deshalb nothwendiger weise keine Affen zu enthalten, da diese z. B. auch in Australien fehlen. Die Affen und Edentaten könnten übrigens ja auch bereits früh ausgestorben sein, für welche letztere Annahme freilich nur die Möglichkeit, nicht einmal die Wahrscheinlichkeit, vorliegt. Wenn daher auch selbst noch in Zukunft die Differenz des Charakters der von uns hypothetisch der Miocänzeit des Hochnordens vindizirten gegenwärtigen nordasiatischen und hochnordisch-amerikanischen Fauna von der miocänen Fauna Europas aufrecht zu erhalten wäre, so würde auch der eben erörterte Umstand noch keineswegs die Hypothese umstossen können, dass die gegenwärtige asiatisch-europäische und borealere nordamerikanische Fauna die theilweis bereits verkümmerte, nach Süden gewanderte, frühere hochnordische miocäne sei. Eine solche Ansicht stimmt sehr wohl mit der in neuerer Zeit allgemein verbreiteten, dass die Veränderungen, die hinsichtlich der Floren und Faunen auf unserem Planeten statt fanden, keine plötzlichen, durch besondere, gewaltige Ereignisse verursachten waren, sondern allmählich durch noch jetzt wirkende Naturerscheinungen hervorgebracht wurden.

Fassen wir nun schliesslich die eben erörterten Thatsachen, in speziellen Bezug auf das Elen, in der Kürze zusammen, so lassen sich nachstehende Folgerungen ziehen.

Das erste Auftreten des Elens ist wohl, ebenso wie das seiner Faunengenossen, sowohl der bereits ausgestorbenen (Mammuthe, büschelhaarigen Nashörner u. s. w.), als der noch lebenden (der Glieder der gegenwärtigen nordasiatisch- europäischen und nördlichern nordamerikanischen Säugethier-Fauna) in den höhern Norden Amerikas, oder gleichzeitig Nordasiens und Nordamerikas*) zu versetzen, wo dasselbe im Verein mit seinen lebenden, so wie bereits ausgestorbenen, Landesbewohnern muthmasslich ein Glied der Säugethierfauna der dortigen Miocänzeit bildete.

Nach Maassgabe der Ablagerung seiner fossilen Reste erschien das Elen in Europa erst zur Diluvialzeit, wie wir oben bereits zeigten, ganz offenbar als aus Nordasien durch allmähliche Erkältung desselben vertriebener Einwanderer.

Wie weit es in seiner hochnordischen asiatischen, wie amerikanischen, muthmaasslichen Urheimath nach Norden wie nach Süden ging, ist noch unbekannt. Es steht indessen wohl zu hoffen, dass wir darüber, wenn auch nicht sobald, Kunde erhalten werden, wenn man (vielleicht freilich erst) in fernen Zeiten, statt sich zu bekriegen, im Hochnorden mit wetteifernden, internationalen Kräften ausgedehnte paläontologische Ausgrabungen anstellen wird.

---

*) Man kann nämlich, obgleich die Säugethier-Fauna des höhern Nordens von Asien und Nordamerika gegenwärtig im Wesentlichen identisch ist, doch nicht mit Sicherheit behaupten: das Elen sei gleichzeitig im Norden Asiens und Amerikas aufgetreten. Die Miocänflora des Amerika genäherten Grönlands würde für sein erstes Auftreten in Amerika sprechen. Die der grönländischen ähnliche Miocänflora des nach den neuesten schwedischen Untersuchungen früher mit Skadinavien verbundenen Spitzbergens macht dies zweifelhaft. Es könnte freilich Spitzbergen noch früher auch mit Grönland zusammengehangen haben. Wäre Kerr's Meinung (*Athenaeum 20 Nov. 1869*, *Naturforscher. Jahrg. III p. 50)* richtig, Amerika sei der älteste Weltheil, so würde sich möglicherweise der Hochnorden Nordamerikas als eigentliche Urheimath der Elene betrachten lassen. Sie würden dann selbst nach Nordasien erst durch Einwanderung gelangt sein können.

Das Elen lebt noch jetzt mit solchen zahlreichen, bereits oben (S. 44) angeführten, gegenwärtig meist südlicher, ja theilweis viel südlicher als in Grönland und Spitzbergen vorhandenen Gattungen von Gewächsen zusammen, die bei weitem den Hauptheil der miocänen Flora Grönlands und Spitzbergens bildeten. Unter den Arten der bisher entdeckten, dieser Flora angehörigen, an den gegenwärtigen Wohnplätzen des Elens vorkommenden, Gattungen finden sich sogar solche, die mit noch lebenden identisch sind, nebst andern, die den noch lebenden überaus ähnlich erscheinen, also vielleicht nur leichte artliche Modificationen noch lebender, jetzt südlicher vorkommender, Arten sind. Da wir nun wissen, dass die Floren und Faunen zu einander in einer gewissen harmonischen Beziehung stehen, so möchte das Elen auch nach Maassgabe dieses Verhältnisses als eins der übrig gebliebenen, jetzt südlicher angesiedelten, Glieder der fraglichen miocänen Fauna angesehen werden können.

Das Renthier, wie das Elenthier, waren, wie ihre fossilen Reste nachweisen, gleichzeitig Faunengenossen im westlichen wie östlichen Europa. Die boreale (polare) Verbreitungsgrenze des Elens fällt noch jetzt mit der äquatorialen des Renthiers in Nordasien und Nordamerika zusammen. Das Renthier welches, wohl in Folge einer grössern Accommodationsfähigkeit, sich mit einer spärlichern Vegetation begnügt und ein weit rauheres und kälteres Clima erträgt als das Elen, kommt noch jetzt mit dem Eisfuchs, als muthmaasslicher Rest der miocänen Fauna in Grönland und Spitzbergen vor. Wenn also Renthier und Elen nicht nur früher in Europa Faunengenossen waren, sondern es in Nordasien und Nordamerika noch jetzt sind, so dürfte wohl angenommen werden können, dass sie zur wärmeren, pflanzenreichern Miocänzeit Spitzbergens und Grönlands schon dort zusammen gelebt und ihre eigentliche Urheimath gehabt haben dürften. Das Elen zog sich aber wohl, wegen seiner geringern Accommodationsfähigkeit, als die polare Erkältung mit dem Versiegen der Nahrungsfülle eintrat, früher in südlichere Gegenden als das Renthier.

Den unbestimmbaren Zeitraum, während dessen vermuthlich die Elene in ihrer Urheimath, den Ländern ihrer Geburt, oder richtiger ihres Erscheinens auf unserem Planeten, lebten, darf man wohl als das Jugendalter der Elenspecies bezeichnen, dem allerdings wohl noch ein in die Zeit der allmählichen Entwickelung derselben aus einer eigenen, bestimmten Urform fallendes, vielleicht langes, Kindesalter vorherging. — Das Alter der Elenspecies, ebenso wie das seiner Faunengenossen, ist daher ohne Frage ein überaus hohes, bis jetzt wenigstens, unberechenbares.

Mit der Einwanderung der Elene aus der Nordhälfte Asiens nach den südlichern Ländern desselben, ferner nach dem Süden Nordamerikas, so wie nach Europa und die Ansiedelung derselben in die meisten Länder des letztgenannten Continents, beginnt die zweite, erst hinsichtlich Europas näher nachgewiesene, (genau genommen aber wohl die dritte) Phase der Existenz der Elenspecies. Sie fällt wohl in den Eintritt der Eisperiode. Es ist dies eine Zeit, die den Elenen eine weite Verbreitung nach Westen und Süden gestattete. Wie weit sie über die gegenwärtige Ausdehnung ihrer Aequatorialgrenze ihr Wohngebiet nach Süden ausdehnten, ist noch nicht hinreichend bekannt. In Asien namentlich kennen wir die-

selbe noch nicht genau. Die dort jetzt lebenden Elene können über das frühere Vorkommen nichts entscheiden, da Elene in dem gegenwärtig so bevölkerten China früher mehr oder weniger weit nach Süden gegangen sein möchten. Nur die Auffindung fossiler Reste, oder möglicherweise alte chinesische Schriften, werden geeignete Materialien zur Entscheidung der Frage zu liefern im Stande sein. Was die Zeit ihrer Einwanderung in das mittlere Nordamerika betrifft, so fehlen gleichfalls bis jetzt die Anhaltspunkte.

Vom *Bison* und *Edelhirsch*, ihren faunischen Begleitern, brachte Goebel Reste aus Persien aus der Nähe des Urmiasees mit, woher Abich auch Elephanten-, vermuthlich Mammuthreste erhielt. Vom *Mammuth*, das gleichfalls mit den *Elenthieren* zusammenlebte, will man Zähne bei Shangai gefunden haben. Liegt also nicht, da Baker sogar Elenreste am westlichen Abhange des Himalaja entdeckt zu haben scheint, die Möglichkeit vor, dass deren auch in Süd-China vorkommen könnten? Künftige in Persien, Centralasien, Nordindien und dem grossen chinesischen Reiche vielleicht zu machende Entdeckungen werden in Zukunft die Frage über die früheren Aequatorialgrenzen der Verbreitung der Elenspecies zur Zeit ihrer grössten Ausdehnung zur Entscheidung bringen.

Was die Verbreitung des Elens in die Westländer Europas anlangt, so bezeugen uns das bis jetzt ermittelte Vorkommen seiner fossilen oder humatilen Reste und einige, wiewohl dürftige, historische Nachrichten, dass bis jetzt als westlichstes Wohngebiet Frankreich und Grossbritannien, als südlichstes die Lombardei anzusehen sind, in welchen drei Ländern, wenigstens nach Maassgabe der daraus bekannt gewordenen, erst wenigen Reste, es vielleicht seltener war, als in Deutschland und noch nördlicher, so wie östlicher. Die Polarzone seiner Verbreitung in Europa fand sich in Skandinavien und dem Norden Russlands und ging, wohl schon damals, bis zum Polarkreis.

Zur Zeit des Bestehens der eben erwähnten südlichen, westlichen und nördlichen Verbreitungsgebiete gab es, ausser in den bereits genannten europäischen Ländern, Elene in der Schweiz, in Deutschland, Holland, Dänemark, Polen, Galizien, Ungarn und Russland, südlich vom Polarkreise an bis mindestens zum Nordabhange des Caucasus im Flussgebiete des Kuban. In Asien gingen sie vom Ural bis zum Penschinskischen Busen, so wie zu den Küstengebieten des Ochotskischen Meeres und Tatarischen Busens, dann vom Altai und dem Flusse Siphun, Suiphun oder Suifong bis zum nördlichen Polarkreis. In Nordamerika fanden sich vom 69° n. B. an fast in der ganzen gemässigten Nordhälfte bis Virginien Elene. Wir dürfen also diesen Zeitraum der Existenz der Elenart als den der höchsten Phase ihrer Entwickelung, als ihre eigentliche Blüthezeit, gewissermaassen als den ihres kräftigsten Mannesalters, ansehen. Der Mensch, der so viele Thiere vertilgte, mochte damals nicht so weit verbreitet oder weniger zahlreich sein.

Die auf Oberitalien ausgedehnte menschliche Cultur, die namentlich wohl von Etrurien ausging, vernichtete vermuthlich die Elene Oberitaliens. Die celtischen, von Deutschland nach Frankreich bis Grossbritannien ausgedehnten, Einwanderungen, denen slavische und germanische nach Deutschland, Skandinavien u. s. w. folgten, beschränkten durch die

Behufs der Bodencultur bewirkte Ausrottung der Wälder und Austrocknung der Sümpfe die Wohnplätze der Elenthiere, oder vertilgten sie nach und nach in Folge ihrer eifrigen Jagden.

So verlor Europa nach und nach, mit Ausnahme Skandinaviens, Ostpreussens und des europäischen Russlands, im Verlaufe von einigen tausend Jahren, sämmtliche Elene.

Auch in Nordamerika schreitet, besonders in neuern Zeiten, durch die so mächtig und schnell alljährlich immer weiter nach Norden vordringende Cultur die Vertilgung des Elens mit Hülfe ausgezeichneter Feuerwaffen noch rascher vor, als in Europa, wo sich dasselbe wenigstens theilweis des Jagdschutzes erfreut. In Nordamerika, namentlich in den Vereinigten Staaten und Canada, giebt es bereits sehr namhafte Districte, wo man dasselbe jetzt vergeblich sucht.

Man darf daher wohl sagen, in Folge der vielfachen Vertilgung sei die Elenspecies in ihrer Existenz bedroht und somit in das ihr Aussterben anbahnende Greisenalter getreten. Das Elen wird, wie sich annehmen lässt, in einem, wenn auch längern, Zeitraume dem unabwendbaren Schicksale der Vernichtung eben so wenig entgehen, als mehrere seiner bereits früher dahingeschiedenen, ehemaligen Faunengenossen, die Riesenhirsche, Mammuthe, büschelhaarigen Nashörner u. s. w. Das Aussterben der Elenspecies wird zwar durch locale Hegung und zweckmässige Jadggesetze verzögert, aber kaum verhindert werden können. Sind nicht die in Ostpreussen so sorgfältig gehegten Elene dort vor etwa 20 Jahren, in Folge einer, durch politische Wirren bewirkten, zeitweiligen Unwirksamkeit der Jagdgesetze fast ausgerottet worden? (Siehe unten Capitel 9.) Auch möchte eine heftige Seuche die schnelle Vernichtung der künstlich erhaltenen, einzelnen, auf einen kleinern Raum beschränkten, Bestände leicht herbeiführen können.

Achtes Capitel.

Einige speziellere Nachweise über die Zeit des Verschwindens des Elens in mehreren einzelnen Ländern, namentlich Europas.

Im vorhergehenden Abschnitt wurde zwar die Vertilgung des Elens nicht selten beiläufig erwähnt; es dürfte indessen doch nicht ohne Intresse sein, über die Zeit des Verschwindens, oder die dasselbe vorbereitende Verminderung desselben in einzelnen Ländern eine darauf bezügliche Zusammenstellung zu finden, so weit eine solche nach Maassgabe der spärlichen und dürftigen, bisher zugänglichen, Quellen möglich ist.

Wann es in Oberitalien ausstarb ist völlig dunkel. Man sollte meinen, da Polybius die Elenthiere in die Alpen, Plinius aber gar nach dem Norden versetzt, sie seien in Italien schon früh vertilgt worden, was, wie schon bemerkt, vielleicht in Folge der etruskischen Cultur geschah. In der Schweiz lebten sie noch, wie aus der oben angeführten Stelle des Polybius hervorgeht, zur Zeit des zweiten Punischen Krieges, wurden also später erst dort vertilgt.

Im Lande der Celten (dem alten Gallien) fand das Elen erst, wie wir aus Pausanias folgern dürfen, nach der Mitte des zweiten Jahrhunderts n. Ch. seinen Untergang. In dem berühmten Jagdwerke von Gaston Phoebus, der 1390 starb, ist von Elenjagden oder vom Vorhandensein des Elens in Frankreich keine Rede mehr.

Mehr als über die Vertilgung des Elens in Italien und Frankreich wissen wir von der frühern Existenz desselben und seinem allmählichen Verschwinden in Deutschland. Das Niebelungenlied lässt Siegfried auf der berühmten Jagd im Wasgau unter andern auch einen Elch erlegen, ja viele meinen, dass auch der von ihm niedergestreckte Schelch ein altes Männchen des Elens, kein Riesenhirsch (*Cervus euryceros*) war, wie Andere annehmen (*Bujack, Naturgesch. des Elchwildes. S. 72*).

Zwei Hofsleute des Königs Pipin (Hariolph und Cadolph) erlegten 764 auf ihrer Reise in Schwaben im Pays de Virugraud (worunter offenbar der früher gegen 7 Meilen lange bei der Stadt Dünkelspiel im schwäbischen Kreise Baierns, 3 Meilen von Nördlingen, gelegene Wald Viergrund, Hübner, *Vollständige Geogr. Th. III. 2te Aufl. S. 329*, gemeint ist) ein Elen, dessen riesige Geweihe sie dem König verehrten, der sie im Schlosse Amboise aufhängen liess, wo sie sich noch jetzt befinden. Ein Gemälde dieser Geweihe findet sich in dem Moritzburger Schlosse bei Dresden (Oberhofmarschall v. Friesen in den *Sitzungsberichten der naturwissenschaftl. Gesellsch. Isis Jahrgg. 1869. S. 225—26*). Wenigstens im achten Jahrhundert gab es also im jetzigen Baiern noch sehr grosse Elenthiere, die erst später vertilgt wurden.

In einer Urkunde des Kaisers Otto I. vom Jahre 943 heisst es: «Nemo sine venia Balderici Episcopi in pago forestensi Trentano (in Drenthe) cervos, ursos, capreas (wohl Cervus capreolus), apros, bestias insuper, quae teutonica lingua Elo aut Schelo appellantur, venari praesumat (Heda, *Episcop. Ultraject. Ultraj. 1643 p. 83*). Dasselbe besagt eine Urkunde Heinrich's II. von 1006 (a. a. O. p. 101) und Konrad's II. von 1026 (ebd. 114., Schlözer Briefwechsel Heft II).

Beiläufig möge die Bemerkung erlaubt sein, dass in einer Chronik von Flandern das Elen noch im zehnten Jahrhundert als Bewohner des Landes genannt wird (*Le Hon, l'homme fossile 1867 p. 86 not. 1*).

Wir können demnach annehmen, die Vertilgung des Elens in einzelnen Gebieten Deutschlands sei nicht blos, wie Manche annehmen, im zehnten, sondern auch noch im elften Jahrhundert erfolgt.

Die Angaben von Albertus Magnus und Gesner, dass es bereits im 12. Jahrhundert nur noch in Preussen, Slavonien und Ungarn, jedoch nicht mehr im eigentlichen Deutschland, Elene gegeben habe, stimmen damit sehr wohl überein.

Gegen diese Angaben würde indessen doch die angeblich nach Friederich Schmaus (*Historisches Staats und Heldenkabinet Schlesiens 1649*) von J. K. v. Train (*Neues Taschenbuch für Natur-, Forst- und Jagdfreunde* von Schultes und Schultze *13 f. auf D. I,*

Weimar 1853 bei *B. F. Vogt*) gemachte Mittheilung sprechen: Schlesien habe nächst Litthauen im 12. Jahrhundert den stärksten Elenwildstand besessen, und von Boleslaw I. seien 1186 auf einer zweitägigen mit 1205 Treibern veranstalteten, Jagd bei Oppeln 860 Elene erlegt worden. Die fragliche Angabe wird allerdings dadurch ausnehmend verdächtigt, dass weder Hr. v. Haugwitz (*Letzte Spuren des Vorkommens des Elens in Schlesien, Jagdzeitung von* Albert Huga *1864. S. 507*) und Virchow, noch auch Göppert (*Zeitschrift für Ethnologie und ihre Hülfswissenschaften, herausgegeben von* Bastian und Hartmann, *Jahrgg. II 1870 H. II. p. 175—176*) sie auffanden. Auch erscheint dieselbe dem von Göppert befragten, in dem bis zum Jahre 1250 gehenden, auf Schlesien bezüglichen, Material ziemlich genau bewanderten, Staats-Archivar, Prof. Dr. Grünhagen als zweifelhaft.

Nur der Umstand dürfte vielleicht für die Richtigkeit der Schmaus'schen Mittheilung sprechen, dass nach Marignola sogar im vierzehnten Jahrhundert noch Elene in dem Schlesien benachbarten Böhmen, in Polen aber sogar mehr oder weniger häufig noch im siebzehnten, ja theilweis selbst im achtzehnten Jahrhundert, vorhanden waren.

Sicher gab es indessen im sechszehnten Jahrhundert in Schlesien keine Elene mehr, denn die dortigen, damaligen Fürsten liessen solche aus Preussen kommen. Bujack (*Naturgeschichte des Elchw, S. 13, 14*). Auch Schwenkfeld (*Theriotrophium Silesiae. Lignitiae 1603*) kennt daher keine Elene in Schlesien, sondern führt Ungarn, Litthauen und Preussen als ihre Heimath an, von woher häufig ihre Häute und Klauen für sympathetische Curen gebracht wurden.

Man erlegte indessen nicht blos im siebzehnten, sondern auch imachtzehnten Jahrhundert einzelne, wohl aus Polen übergetretene, oder verjagde Elene in Schlesien als seltsame, sogar allerlei Befürchtungen veranlassende Thiere. Von zwei im Oelsnischen 1661 und 1663 erlegten Elenen berichtet Sinapius (*Olsnographia. Leipzig 1707 S. 24*). Die Erlegung des Letztern wurde damals sogar als eine ominöse Vorbedeutung des bald nachher erfolgten Todes des beliebten Herzogs Sylvius von Oels angesehen. Nach Pastor Herrmann (*Maslographie. Oels 1729*) wurde 1675 ein Elen in der Baron Bibra'schen Heide bei Modlau, 4 Meilen nördlich von Liegnitz, erlegt und auf der Tafel des letzten der Piasten, des Herzogs Georg v. Brieg, am Michaelistage verspeist. Auch in Brieg hegte man über das plötzlich erschienene Thier Besorgnisse und brachte damit den 6 Wochen später an den Blattern erfolgten Tod des trefflichen genannten Fürsten in Verbindung. Im Jahre 1725 wurde bei Stein in der freien Standesherrschaft Wartenberg, dann 1743 am 25. September um Lampersdorf bei Oels und sogar noch 1776 im Lublinitzer Kreise ein Elen geschossen. Vom Lampersdorfer Exemplar liess der damalige Besitzer v. Kowitz ein grosses, noch im dortigen Schlosse vorhandenes, Oelgemälde anfertigen (v. Haugwitz *a. a. O.* Göppert *a. a. O.*).

Aus einer Chronik, welche dem Kaiser Carl IV sein Kaplan Joh. Marignola überreichte (Dobneri *Monumenta hist. Boemiae T. II p. 138*) geht hervor, dass, wie schon erwähnt, im 14 Jahrhundert noch Elene in Böhmen waren, so dass sie also erst später dort verschwanden.

Dass es im sechszehnten Jahrhundert in Baiern und Meklenburg keine Elene mehr gab, beweisen mehrere von Bujack (*Naturg. des Elches S. 13—14*) mitgetheilte Schreiben fürstlicher Personen der genannten Länder, die sich damals Elene aus Preussen erbaten.

In, wiewohl nur scheinbarem, Widerspruche mit den von Albertus Magnus und Gesner gemachten Angaben und den vorstehenden Mittheilungen über das Verschwinden des Elens in Deutschland steht die Angabe: das letzte Elen in Sachsen sei erst 1746 erlegt worden. Wir dürfen indessen wohl annehmen, das fragliche Individuum sei das letzte jener Exemplare gewesen, die nach Doebel (*Jaeger-Practica I. C. 2, p. 19*) zwischen 1720 und 1730 aus Polen und Preussen nach Sachsen, Brandenburg und Dessau verpflanzt wurden.

In Skadinavien, wo das Elen früher bis zum 64° n. Br. ging, ist dasselbe bereits in den meisten Districten, so unter andern namentlich in Schonen, wie schon oben erwähnt, sehr früh vertilgt worden (Nilsson, *Skad. Faun. 2 Uppl. I. p. 490*). Noch im Jahre 1836 wurde nach Bujack (*Naturgesch. d. Elch. S. 15*) von Stockholm aus ein wahrer Vertilgungskrieg gegen die Elene geführt. Dass es in Lappland noch in neuster Zeit vorhanden war, wird von Nilsson nicht erwähnt. Ueber sein früheres Vorkommen im südlichen Lappland (Lappmarken?) berichtet indessen Scheffer (*Lappland Francfurt und Leipzig 1675 4 S. 380 ff.*). Es scheint jedoch damals dort nur vereinzelt, vielleicht als skandinavischer oder finnländischer Ueberläufer, gefunden worden zu sein.

Aus Westpreussen scheint es erst zu Ende des vorigen, oder selbst vielleicht zu Anfange des jetzigen Jahrhunderts verschwunden zu sein. Zu Bock's Zeiten, also am Ende des vorigen Jahrhunderts, sollen noch Elene in Westpreussen existirt haben (Bujack *a. a. O. S. 15*). Auch Wangenheim (*a. a. O. S. 6*) sagt, das Elen habe dort noch 1795 gelebt. Mehrere Jahre vor 1837 soll bei Rosenberg, unweit Marienwerder, noch ein Elen geschossen worden sein.

In Polen, welches vor 92 Jahren in mehreren Provinzen Elene besass, so im Palatinat Kalisch, im grossen Walde von Kampinos, fünf Meilen von Warschau, dann im Walde Lubochnia und Kozience, waren dieselben in den allermeisten bereits 1828 vertilgt. (Brincken, *Mém. descriptif sur la forêt de Bialowieza p. 78*).

Das letzte Elen wurde in Galizien 1760 geschossen (Zawadski, *Faun. S. 33* und Temple, *Die ausgestorbenen Säugethiere in Galizien. Pesth 1869*). Podolien besass 1830, vielleicht auch schon früher, keine Elene mehr (Eichwald, *Naturhist. Skizze S. 270*). Kessler (*Naturg. d. Kiewschen Lehrbezirks*) schweigt über das Vorkommen der Elene in dem zum Kiew'schen Lehrbezirk gehörigen Podolischen, so wie Poltaw'schen Gouvernement.

Wie uns Czernay (Bullet. des nat. de Moscou 1851 p. 272) berichtet, bezeugen nur Knochenreste ihre frühere Existenz in den zum Charkow'schen Lehrbezirk gehörigen Gouvernements, d. h. den Gouvernements Charkow, Woronesch, Kursk, Orlow und Tambow.

Auch aus andern Russischen Gouvernements scheinen die Elene verschwunden, in noch andern dem Verschwinden nahe zu sein*).

---

*) In Russland und Polen wurde den Elenen zu den Zeiten des Kaisers Paul, als die schwere Cavallerie Beinkleider aus Elenfellen trug, ganz besonders nachgestellt.

In Ungarn, wo es zur Zeit der Regierung seiner eigenen Könige (Grossinger, *Hist. phys. Hungariae I. p. 509*), ja nach einer Andeutung Schwenkfeld's sogar (wie in Galizien) noch im 17 Jahrhundert Elene gab, waren wenigstens als Grossinger schrieb, d. h. zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts, keine mehr vorhanden.

Selbst in der Nordhälfte Asiens sind die Elene im manchen Gebieten verschwunden, oder sehr selten geworden, wie dies namentlich v. Wrangell und Radde (siehe unten den Abschnitt über die gegenwärtige Verbreitung des Elenthiers) andeuten.

Was Amerika anlangt, so wurde schon oben bemerkt, dass auch dort die Verbreitung des Elens in Folge der menschlichen Cultur nahmhaft beschränkt wurde, so dass in vielen der Vereinigten Staaten, ja theilweis auch in Canada, die Elene bereits ganz fehlen, in andern selten vorkommen und nur in einigen, mehr nördlichen, jedoch auch oft minder zahlreich, vorhanden sind.

Neuntes Capitel.

Ueber die Verbreitung des Elens in der Gegenwart.

Das Elen hält sich in mehr oder weniger wasserreichen, morastigen, mit Weiden, Erlen u. s. w. bewachsenen Gegenden. Es dürften jedoch, wie aus seinem Vorkommen im nördlichern Theile Sibiriens, dann in den Schilfmooren des Kuban und seinen sommerlichen Wanderungen aus den Wäldern in die gerade nicht mit Hochwald besetzten Moore (nach v. Wangenheim) hervorgeht, nicht gerade Hochwälder eine absolute Bedingung seiner Existenz sein. Es scheint dies wenigstens nicht von seinen südlichern Verbreitungsbezirken (so am Kuban) zu gelten, während es allerdings in den nördlichern für den Winter sich in die Wälder zurückzieht.

Sein westlichstes, europäisches Wohngebiet ist gegenwärtig, wie schon erwähnt, die Halbinsel Skandinavien, wo es jedoch nach Nilsson (*Skandinavisk Fauna 2 Uppl. I. Däggdjuren p. 490*) im Jahre 1847 nur noch in den schwedischen Provinzen Herjedalen und Dalekarlien, so wie den norwegischen Osterdalen und Hedemarken lebte, während Gesner (*Hist. animal. I. p. 158*) von Elenen «in Angermania, ducatu Europae maxime septentrionali et affini Laponiae» spricht. Ueber sein gegenwärtiges Vorkommen in Norwegen berichtet übrigens J. Bowden (*The naturalist in Norway. London 1869. 8. p. 20*).

Weiter nach Osten bildet Ostpreussen seine, jetzt freilich durch Schonung bedingte, westlichste, europäische Heimath. Ueber den Elchstand in Ostpreussen besitzen wir Nachrichten nicht blos aus neuster, sondern auch aus älterer Zeit.

In einer Verschreibungsurkunde des Dorfes Lyck vom Jahre 1425 werden Elene erwähnt (Vogt, *Geschichte Preussens VI. S. 583*). Dass selbst gegen Ende des funfzehnten Jahrhunderts das Elen in Ostpreussen noch häufig war, geht aus einem Schreiben des Bischofs von Parmesanien an den damaligen Hochmeister des Deutschen Ordens vom Jahre

1488 hervor, worin er berichtet: im Bisthum stehe noch viel Elenwild (Blasius, *Fauna d. Wirbelth. Deutschl. I. Säugeth. S. 436*).

Im sechszehnten Jahrhundert, namentlich unter dem Markgrafen Albrecht, wurden sehr oft Elene von Fürsten und andern hohen Personen aus Preussen erbeten. Die Elene verschwanden jedoch allmählich aus den Forsten Litthauens und Preussens, wenn die darin befindlichen oder angrenzenden Brüche, also die von ihnen geliebten Sommeraufenthaltsorte, in Wiesen umgewandelt wurden (v. Wangenheim *S. 6*).

Vor dem siebenjährigen Kriege war dessen ungeachtet der Elenstand in Ostpreussen und Litthauen noch ein ansehlicher. Nach demselben hatte er sich aber so bedeutend vermindert, dass 1764 eine Verordnung des Königs Friedrich erschien, worin befohlen wurde, die Elene bis 1767 zu schonen. Als Friedrich Wilhelm 1786 die Regierung antrat, erliess er den Befehl: dem Elen 6 Jahre hindurch Schonung angedeihen zu lassen (Bujack, *Naturgesch. d. Elchwildes S. 5, 6*).

In Brandt, Wiegmann und Bürde Abbild. S. 102 findet man folgende, für 1831 giltige, vom damaligen Oberlandsforstmeister Hartig an Wiegmann gemachte Mittheilungen über den Elchstand in Preussen: «Elene giebt es nur noch an wenigen Orten, so im Forste Bludow bei Königsberg und am curischen Haff, dann im Preussischen Litthauen im Forste Ibenhorst. Von dort wechseln zuweilen einzelne Stücke in die benachbarten Forsten. Im Jahre 1831 betrug der dortige Elchbestand gegen 200 Stück. Er litt aber um diese Zeit weniger durch Nutzung, als durch besondere Unfälle, so durch Einbrechen ganzer Rudel durch die schwache, mit Schnee bedeckte, Eisdecke der Canäle».

Bei Bujack (*Naturgeschichte d. Elchwildes S. 13, 14*) stehen, nach Mittheilungen des Oberlandsforstmeisers v. Burgsdorf, folgende Angaben über den Elenstand Preussens (im Jahre 1837). In der Nähe von Königsberg bot der Bludausche Forst, namentlich schon das dazu gehörige, nur 2 Meilen entfernte, Margensche Revier Elene. Zahlreicher waren sie im Ibenhorster. In der Nähe von Angerburg (Regierungsbezirk Gumbinnen), im Skalischker Revier, war ein geringer Elenstand. Im Revier Gauleben bei Tapiau, im sogenannten Frisching, ferner in den Revieren Guttstadt, Ramuk bei Allenstein, Taberbrück bei Osterode, Fritzen bei Königsberg, Sacklowa bei Bischofsburg und Nemonin bei Königsberg hatten sich Elchstände gebildet. Man schätzte damals den Elenstand in den Königl. Forsten der Regierungsbezirke Königsberg und Gumbinnen auf etwa 450 Stück.

Vor dem Jahre 1848 sollen in Ibenhorst 300 bis 400 Stück gewesen sein, wie Oberförster Reiff berichtete. Nach der Ministerialtabelle von 1841 befanden sich im Regierungsbezirk Königsberg 250, im Regierungsbezirk Gumbinnen 132. Vom Revolutionsjahre 1848 bis 1851 wurden die Elene gewaltig dezimirt, so dass im Winter des Jahres 1850—51 im Reviere Ibenhorst nur noch 13 Stück vorhanden waren, die sich aber nach Wiederherstellung einer geregelten Jagdordnung bis zum Jahre 1856 auf 70 Stück vermehrt hatten (Ulrich). Im Regierungsbezirk Königsberg standen im Jahre 1858 bereits wieder 60 Stück (Ratzeburg in G. v. Viebahn's *Statistik d. zollvereinten u. nördl. Deutschlands Th. I. 1858.*

S. 936). — Hildebrandt (Grunert, *Forstliche Blätter XIV* (*1867*) *S. 127 ff.*) berichtet: *Ibenhorst* biete einen Elchstand von 200 Stück, der dauernd erhalten oder etwas vermehrt werden solle. Die angrenzenden Gumbinner und sämmtliche Königsberger Reviere hätten nur noch Wechselwild. Einige Stücke Standwild fänden sich jedoch auch in Gauleden und Fritzen. In ganz Preussen möchten, wie mein alter Freund Ratzeburg meint, jetzt etwa gegen 300 Elene vorhanden sein, denn man hat Angaben (v. Meyerinck in Grun. *Bl. VI* 1862 *p. 236*), dass deren im Ibenhorster Forst allein 250 sich fanden*).

Wie v. Wangenheim (a. a. O. S. 6) bemerkt, und bereits erwähnt, hielten sich zu seiner Zeit (1795) auch noch Elene in Westpreussen.

Lipoman in seiner *Relation* berichtet: Die Elene seien 1675 in Polen noch sehr häufig gewesen. Der Angabe Brincken's (*Mémoire descr. sur la forêt de Bialowieza p. 78*) zu Folge gab es 1828 in Polen nur noch Elene im Raygrod'schen Walde, des frühern Palatinats Augustowo, also in der Nähe des Grodnoschen Gouvernements. Ob noch jetzt im Raygrod'schen Walde Elene sich aufhalten, ist mir nicht bekannt.

In Bezug auf das Russische Litthauen berichtet Eichwald (*Naturhistor. Skizze u. s. w. Wilna 1830. 4. p. 240*), die Elene seien noch häufig.

Dass zu Ende des vorigen Jahrhunderts (1776) um Grodno, in den grossen Bobrowszczyzna genannten Wäldern, es sehr viele Elene gab erfahren wir durch Gilibert (*Indagatores naturae. Vilnae 1781. 8. p. 66*).

Ueber das Vorkommen der Elene in dem im Grodno'schen Gouvernement, gelegenen, auch von Bisonten bewohnten, Walde von Bialowieza berichtet schon Brincken (*Mémoire descr. sur la forêt de Bialowieza p. 75 u. 78*). Auf der von Sr. Majestät dem jetzigen Kaiser von Russland 1860 dort angestellten, berühmten Bisonjagd wurden dort gelegentlich auch einige Elene, darunter eins von Sr. Majestät eigenhändig, erlegt. (Brandt *Zoogeogr. u. Palaeontol. Beiträge S. 136*). — Ueber die Elene im genannten Walde und einigen benachbarten lesen wir auch bei Bobrowski (Матеріалы для Географіи и. д. Гродненская губернія. С. Петербургъ 1863, стр. 341).

Nach Brincken wandern sie übrigens, um sich gegen die Insekten zu schützen, aus dem fraglichen Walde in die benachbarten Pinskischen, nicht bewaldeten, für Menschen unzugänglichen Moore, von wo sie im September in den genannten, grossen Wald zurückkehren.

Zu Folge einer gewogentlichen Mittheilung, welche *Sr. Durchlaucht der Hr. Gesandte des Norddeutschen Bundes, Prinz* v. Reuss mir zu machen die Güte hatte, findet sich im Wilnaer Gouvernement in der dem Fürsten Wittgenstein gehörigen, unweit Wilna gelegenen, Herrschaft Werki ein guter, geschonter Elenstand.

Vom Vorkommen der Elenthiere im Minsker Gouvernement spricht J. Selenski

*) Mein theurer Freund spricht übrigens in dem an mich gerichteten Schreiben von der unvermeidlichen Unsicherheit der Zahlbestimmungen eines Wildstandes, weil dabei Zufälligkeiten, locale Einflüsse u. s. w. einwirken können, und verweist auf seine *Waldverderbniss Bd. II. p. 320.*

(Матеріалы для Географіи и Статистики Россіи, Минская губернія. Часть I. стр. 385). Sr. Durchlaucht der Prinz Reuss hatte die Güte, mir mündlich diese Angabe mit der Bemerkung zu bestätigen, dass auf mehrern Gütern dieses Gouvernements, so z. B. den Fürstlich-Ratzewil'schen noch ansehnliche, geschonte, Elenstände existiren.

Eichwald (a. a. O.) und Kessler (a. a. O.) berichten über das Vorkommen des Elens in Volhynien.

Der letztgenannte Naturforscher bemerkt übrigens, dass dasselbe im Kiew'schen Gouvernement bereits selten sei, im Tschernigow'schen aber häufiger sich finde. Ob es im Kamenetz-Podolskischen und Tambov'schen vorkomme oder fehle sagt er nicht.

In den Schilfmooren am Kuban (dem südlichsten bekannten Punkte ihrer Verbreitung, im europäischen Russland, in derselben Parallele mit Oberitalien) finden sich, wie schon Clarke (Reise in Russland, *Deutsche Uebers. S. 446*) bemerkt, Elenthiere. Er sah selbst dort zwei Junge. Zu Folge einer freundlichen Mittheilung des Hrn. Obristen Fock sollen sie, wie er hörte, noch jetzt dort vorkommen.

Nach Poprozki (Матеріалы для Географіи и Статистики Россіи, Калужская губернія. С. Петербургъ 1864, стр. 240) gab es während der letzten Zeit im Gouvernement Kaluga Elenthiere nur noch im Schisdrinsker und Mosalsker Kreise.

Hr. v. Grebner (Записки Комитета акклиматизаціи животныхъ. Москва 1859, стр. 115) spricht vom Vorkommen des Elens in mehreren, bewaldeten und sumpfigen Kreisen des Moskauer Gouvernements. — Einer gewogentlichen, mir gemachten, Mittheilung *Sr. Durchlaucht des Prinzen* v. Reuss zu Folge giebt es in den längs der Moskauer Eisenbahn gelegenen Strecken, so wie im Moskauer Gouvernement Elenthiere.

In den Wäldern des Twer'schen Gouvernements waren 1780 die Elene häufig. (Stuckenberg Material.) Auch werden deren noch jetzt dort gefunden.

Die Russischen Ostseeprovinzen besassen früher Elenthiere in sehr zahlreicher Menge (Pallas *Zoogr. I. p. 203*, Lichtenstein *Bullet. d. nat. d. Mosc. 1829 p. 290*). Sie wurden aber schon im vorigen Jahrhundert nicht blos durch die menschlichen Nachstellungen, sondern auch, wie Hupel (*Topographie. II. p. 439*) angiebt, im Jahre 1752 durch die Rinderpest namhaft dezimirt.

Nach Fischer (*Versuch e. Naturgeschichte v. Livland, 2te Aufl. Königsberg 1791 S. 159*) sollen sich am Ende des vorigen Jahrhunderts Elene im Rigischen Kreise, in den Kirchspielen Sistegall und Ascheraden; im Wolmarschen Kreise, in den Kirchspielen Allendorf und Dickeln; im Wendenschen Kreise, im Kirchspiele Ronneburg; im Pernauschen Kreise im Kirchspiele Helmet; im Walkschen Kreise in den Kirchspielen Luhde, Adsel, Palzmar und Tirsen, doch nirgends häufig, gefunden haben. Was das Vorkommen der Elene in Esthland anlangt, so spricht schon v. Bienenstamm (*Geograph. Abriss der drei Ostseeprovinzen. Riga. 1826. 8. S. 32*) von der dortigen Seltenheit derselben. Dass Elenthiere in Esthland sich noch fanden, aber 1846 sparsamer als in Livland waren, berichtet Possart (*Statistik und Geographie des Gouvernements Esthland. Stuttgart 1846. 8. S. 61*). Zu Folge

der Mittheilungen Friebe's (*Landwirthschaftl. Verhältnisse u. s. w.* 1845) sind die Elene in den Ostseeprovinzen seltener geworden, am häufigsten sah man sie auf der Grenze der Gouvernements Pskow und Witebsk. Am meisten wurden sie bisher noch in Livland und Curland geschont. Einer gütigen Mittheilung *Sr. Durchlaucht des Hrn. Prinzen* von Reuss zu Folge giebt es aber in den Ostseeprovinzen noch einzelne schöne, geschonte Stände, so z. B. in Curland auf der Schuwalow'schen, früher Biron'schen, Herrschaft Runthal. Auch auf der Insel Oesel findet sich ein solcher.

Das Vorkommen der Elene im Gouvernement Nowgorod bezeugt eine frische Geweihstange, welche Hr. Jerofejew mir zur Disposition stellte.

Im St Petersburger Gouvernement, welches in frühern Zeiten gleichfalls zahlreiche Elene beherbergte, sind dieselben zwar ebenfalls sehr in Abnahme begriffen, sie kommen aber doch noch in mehrern Kreisen desselben vor. So wurde vor einigen Jahren zehn bis funfzehn Werst von Jamburg ein Elen geschossen. Sr. Durchlaucht der Hr. Prinz v. Reuss hatte die Gewogenheit, mir folgende Bemerkungen über die Standorte des Elens im genannten Gouvernement mitzutheilen. «Im Oranienbaumer Kreise ist ein, aus etwa 20 Stücken bestehender, Hauptstand hinter Krasnojorki bei Schischkina an der Schischka. Auch bei Gadebusch halten sich einige. An der Narwa'schen Chausse, etwa 20 Werst diesseits Narwa, sollen deren gleichfalls sein. Südöstlich von dort, im Luga'schen Kreise leben sie in kleinen Trupps. Weiter nordöstlich in den Kronsforsten Lisino sind Reste eines früher glänzenden Elenstandes. An den Ufern des Wolchow abwärts kommen gleichfalls Elene vor. Schwache Bestände derselben finden sich im Schlüsselburger Kreise bei Koltschin und Irinowka in der Nähe des Ladoga-Sees. Auch an der Grenze Finnlands giebt es noch Elenthiere, ja sie streifen von da als Wechselwild paarweis fast alljährlich bis Osinowoe Rosch», etwa 12 Werst von St. Petersburg. Wie häufig übrigens im St. Petersburger Gouvernement früher die Elene waren, beweist der Umstand, dass eine der Inseln, worauf ein Theil St. Petersburgs steht (Wassili-Ostrow), von den Finnen früher Hirsch d. h. Elensinsel (Hirwisaari) genannt wurde, ja noch jetzt von Manchen mit diesem Namen bezeichnet wird (Kunik).

Finnland besass früher einen grossen Reichthum an Elenthieren. Man sah sie ehedem häufig selbst in der Nähe von Wiborg (Storch, *Material. I. S. 499*). Sie kamen übrigens nicht blos im ganzen Finnland vor, sondern waren sogar auf den Alandsinseln keine Seltenheiten. (Sadelin, *Faun. Fenn. p. 13. Förtekning öfver Samlingar p. 8*). In der neuern Zeit haben sie aber so sehr an Zahl abgenommen, dass v. Nordmann (*Palaeontologie Südrussland's p. 217*) von ihrem nahen Aussterben spricht und die Finnische Regierung ihnen Schonung angedeihen lässt.

Im Olonetzischen Gouvernement würden nach Bergstresser (Опытъ описанія Олонецкой Губерніи стр. 23) Elene nicht häufig vorkommen. Sr. Durchlaucht der Prinz v. Reuss hatte die Güte mir zu sagen, Ihm sei bekannt, dass das Elen im genannten Gouvernement noch vorhanden sei.

Schon Georgi (*Beschreib. des Russ. Reiches III. 1607*) zählt die Wälder des Wolog-

da'schen und Archangel'schen Gouvernements zu den Aufenthaltsorten des Elens. — Wie häufig es früher im Archangelschen Gouvernement war, bezeugt die Angabe Büsching's, dass zu seiner Zeit jährlich gegen 5000 Elenhäute nach Archangelsk gebracht wurden.

Nach Al. v. Schrenck (*Reise nach dem Nordosten des europ. Russl. II. p. 408*) wird das Elen in den Wäldern der obern Petschora und deren bewaldeten Zuflüssen vom Ural her nur sehr selten angetroffen.

Krschiwoblozki führt Elene unter den Thieren des Gouvernements Kostroma auf (Матеріалы для Географіи и Статистики Россіи, Костромская Губерныя С. Петерб. 1861 стр. 161).

Eversmann (*In seiner Naturgesch. des Orenburger Gouvernements*) erwähnt des Vorkommens des Elens im mittlern und nördlichen Ural, ferner im Wätkischen und Perm'schen-Gouvernement. Im letztern, an der Wischera und ihren Nebenflüsschen, unter dem 60—63 n. Br., erscheinen, wie mir mein Freund Hofmann aus seinen Reiseerinnerungen mittheilte, die Elene nicht selten in Rudeln von 15—20 Stück und mehr, so dass um das Jahr 1847 —50 ein einziger Jäger zuweilen dort jährlich 15—20 Stück erlegte.

Im Zarewokokschatz'kischen Kreise des Kasanschen Gouvernements, dreissig Werst von Kasan, trifft man das Elen gleichfalls, ja früher ging es noch weiter nach Süden (Eversmann a. a. O.).

Pallas (*Reise II p. 70*) spricht von der Häufigkeit des Elens in den Wäldern des Ufa'schen Gouvernements, am Flüsschen Bulanka, das zum Jurjusen mündet, einem Nebenfluss der Ufa, die ihrerseits durch die Bälaga und Kama zur Wolga fliesst.

Dass Elenthiere im Orenburger Gouvernement, namentlich im nordöstlichen Theile desselben, vorkommen, berichtet ausser Eversmann (*a. a. O.*) auch Al. Lehmann (Reise in v. Baer's und v. Helmersen's Beitr. Zool. Anhang v. Brandt. S. 309) nebst Pallas (*Reise I. S. 198 und 211*).

Erman (*Reise Hist. Ber. I. 1. S. 354*) erzählt von der Häufigkeit und ausserordentlichen Grösse der Elene in den Wäldern bei Tagilsk am Ural.

L. Cabanejew, in seinem vorläufigen Abriss einer Fauna der Wirbelthiere des mittlern Urals (*Bullet. des nat. de Mosc. ann. 1869 n. 4. p. 192*), bemerkt: das Elen käme selten unterhalb der Parallele von Ekaterinenburg vor, werde aber nach dem Norden zu, wegen der dort grössern Wälder und geringern Cultur, immer häufiger.

Gmelin der ältere (*Reise II. p. 165*) spricht von Elenen bei der am Tom-Flusse in Westsibirien gelegenen Stadt Kusnetzk.

Auf Seite 550 a. a. O. erwähnt Erman des Vorkommens desselben (wie auch des der Renthiere) am Ob und dem linken Ufer des Irtisch. Dass Elene in den Wäldern des Ob hausen, wusste man übrigens schon durch Sujew, der die Gegend von Beresow (unter 64° n. Br.) und das wenig nördlichere Gebiet als Aufenthalt desselben nennt. (Pallas *Reise III S. 87*). Des Vorhandenseins von Elenthieren am Tobol erwähnt Georgi (a. a. O.).

Ueber Elenthiere am Tarbagatai berichtet Ritter (*Asien II. 418*).

Dass Elene im Altaigebiet um das Jahr 1850 häufig waren, erfahren wir durch Eversmann (a. a. O.) und Gebler (*Katun. Gebirge, S. 77*). Vom heerdenweisen Erscheinen der aus den Altaigegenden im Herbst auswandernden Elenthiere am Irtisch lesen wir bei Hagemeister (Статискическое обозрѣніе Сибири, С. Петерб. 1857. 8. I. стр. 327).

Bereits Georgi (*a. a. O.*) rechnet die Elene zu den Bewohnern des Gebietes des Jenissei und der Tunguska Nach v. Middendorff (*Reise Bd. II. Th. 2 p. 121*) ist jedoch am Jenissei das Elen zwischen der obern und untern Tunguska schon selten und nördlicher gar nicht vorhanden. Dass es am obern Jenissei, bei Krassnojarsk, vorkomme, erzählt schon Pallas (*Reise III S. 10*).

Wie Pallas (*Zoogr. I. p. 202*) berichtet, finden sich aber Elene in Sibirien noch weit östlicher, namentlich von der Lena, Kolyma und dem Anui bis zum Penschinskischen Busen.

Das Tschuktschen-Land und Kamtschatka schliesst er aber vom Verbreitungsgebiet des Elens aus, obgleich auf der letztgenannten Halbinsel, wie Erman (Reise) mit Recht meint, Nahrungsstoffe genug für dasselbe vorhanden wären.

Da keine Elene im Tschuktschen-Lande und Kamtschatka gefunden wurden, so hielt es Pallas *a. a. O.* für wunderbar, wie sie über die Beringsstrasse nach Amerika kamen. Sie brauchten aber ja keine solche Wanderung anzutreten, wenn sie dort schon ursprünglich, wie in Asien, zu Hause waren, oder in jenen frühen Zeiten aus Asien auswanderten, als dieses mit Nordamerika zusammenhing. Sie würden sogar, wenn Amerika wirklich das älteste Festland der Erde wäre (?), wie ein Hr. Kerr (*Athenaeum Nov. 20 1869*) meint, von dort aus erst nach Nordasien sich haben verbreiten können. Da noch jetzt am Stromgebiet der Kolyma, also in der Nähe des Tschuktschen-Landes, Elene vorkommen, so könnten sie zu jener Zeit, als in Sibirien die Waldvegetation bis zum Eismeer ging, selbst im Lande der Tschuktschen, so wie auf Kamtschatka passende Wohngebiete gefunden haben.

Von der Kolyma und Philippovka wurden nach v. Wrangel (*Reise I. p. 98* und *210*) im Jahre 1770 die Elene durch verheerende Waldbrände verscheucht. Die später angesiedelten unterlagen meist den auf sie angestellten Jagden, so dass sie zur Zeit seines Aufenthaltes dort schon zu den Seltenheiten gehörten. Am Omolon jagdte man sie noch zuweilen. Bei Werchojansk, also unter dem 67°33, im Südsaume des Polarkreises, soll man sie noch antreffen (*v. Wrangell. a. a. O. II. 238*).

Oestlich vom Altai gehören die sajanischen Gebirge zu ihren südlichen Wohngebieten (Pall. *Zoogr. I. p. 202*), von wo sie sich weiter nach Norden und Osten verbreiten, vielleicht aber auch nach Süden auf unbekanntes chinesisches Gebiet.

Als das nordöstlichste Verbreitungsgebiet bezeichnet Pallas, wie schon bemerkt, den Penschinskischen Busen. — Einer mündlichen vom Hrn. Vosnessenski mir gemachten Angabe zu Folge finden sich Elene im ganzen Küstengebiet des Ochotskischen Meeres, namentlich bei Ayan, Ochotsk und Udskoi. — Südlicher kommen sie am Südabhange des Stanowoj-Gebirges und am Tugur-Busen in grossen Rudeln vor, wie Middendorff (*Reise a. a.*

O.) berichtet. Noch südlicher sah schon Lange auf seiner weiten Reise nach China 1736 im Chingan-Gebirge, südlich vom Amur am Yalo-Strome, einem Zuflusse des Naun-Flusses, der in den Sungari mündet, ausser Hirschen und Rehen auch Elene. (Plath, *Die Völker der Mongolei. I. p. 28, 29*).

Ueber die bisher bekannte südöstlichste Verbreitung des Elens in Nordasien haben Leop. v. Schrenk und G. Radde ausführliche Aufschlüsse gegeben. Es möge daher vergönnt sein, die wesentlichen Angaben dieser ausgezeichneten Reisenden hier theilweis wörtlich zu wiederholen. Es schien mir dies um so geeigneter, da namentlich ihre interessanten Schilderungen uns einen fast ganz naturgemässen Zustand des Vorkommens des Elens vor Augen führen, wie wir ihn bisher nicht kannten, der uns also eine annähernde Vorstellung von jenen fernen Zeiten zu liefern vermag, wo auch noch grosse Schaaren von Elenen die mächtigen Urwälder und Moore des westlichen, mittlern, nördlichern wie auch östlichern Europas durchstreiften.

L. v. Schrenk (*Reisen u. Forschungen im Amurlande. Bd. I. Säugeth. St. Petersb. 1858 p. 174*), nachdem er das schon von Pallas (*Zoogr. I. 202*) angezeigte Vorkommen des Elens im Waldgebiete des Uth-Flusses nebst der Bemerkung Middendorff's angeführt, dass es am linken Amurufer im Flussgebiet der Tschilika, nahe der Amurmündung, rudelweis auftrete, theilt er seine eigenen ausführlichen Beobachtungen über die Häufigkeit des Elens im Amurlande mit. «Das Elen lässt sich nach ihm vom erwähnten nördlichen Theil des Amurlandes über eine geraume Strecke nach Süden verfolgen, indem es das gesammte, wald- und sumpfreiche Amurland bewohnt. Sehr zahlreich tritt es in den, ihm zusagenden, oft sumpfigen und moorigen Wäldern des untern Amur auf. An der Mündung des Amurstromes ist es jedoch minder häufig als weiter aufwärts, noch im untern Laufe desselben, namentlich an seinem linken, ebeneren Ufer. Es kommt jedoch auch an der Meeresküste, so am Amur-Limane, an der Meerenge der Tartarei bis über die unter 49° gelegenen Hadshi-Bai nach Süden vor, fehlt aber, auffallend genug, auf Sachalin, wenigstens auf der Nordhälfte. Schon im Gebiete der Mangunen wird es häufiger und erhält, wegen seiner grossen Wichtigkeit für die Eingebornen, den Namen *buju* (das Thier). Am häufigsten ist es aber am Gorin und am Amur, etwas ober- und unterhalb der Gorin-Mündung. Oberhalb der Gorin-Mündung wird das Elen allmählich seltener, kommt jedoch ziemlich zahlreich am Chongar, Ssedsemi und Kur vor. Es wohnt ferner in der südlichen Biegung des Amur an der Ussuri-Mündung, so wie an dem Ufer des Amur, ebenso wie (jedoch seltener) am Ussuri selbst. In der trockenen Prairie des Amurstromes fehlt es wohl; jenseits derselben erscheint es aber wieder häufig. Das Elen hat überhaupt im Amur-Lande von allen Hirscharten die grösste Verbreitung und ist als Gegenstand der Nahrung und Bekleidung für die Einwohner von grösster Wichtigkeit».

Von G. Radde (*Reisen im Süden von Ost-Sibirien. Bd. I. Säugethiere. S. 288*) wurde das Elen an der russisch-chinesischen Grenze nicht überall angetroffen. Im Gebiet der Karagassen an der mittlern Oka erscheint es vereinzelt, wohl wegen der steilen Gebirge. Bei

den Sojoten ist es ziemlich häufig, namentlich an der Baumgrenze, im Winter in Banden, im Sommer einzeln. Es übersteigt die Sajankette, zieht sich aber im Winter thalwärts, besonders gern in die Lärchenbestände. Oestlich von diesem Gebirge, gleich auf der Ostseite des Munku-Sardik, trifft man es im ganzen obern Irkut-Thale bis in die Tunkinskische Ebene nicht mehr an. Vor Jahren ist es noch bei dem turanskischen Posten erlegt worden, jetzt aber weilt es hier nicht mehr. In den feuchten Baikal-Gebirgen und den grossen Thälern, welche dieselben durchschneiden, ist es überall. Im südlichen Apfel-Gebirge kommt es noch häufiger vor. Nur an seinem Ostabhange tritt es im Sommer in die breitern Thäler der Zuflüsse des Onon zu den Seen, in welchen es, tauchend, die fleischigen Wurzeln einiger Wasserpflanzen sucht und als Lieblingsspeise verzehrt. Die Seen der Umgegend von Kirinsk werden besonders stark von Elenthieren besucht. Es tritt überall, von den Ortsverflachungen des Apfelgebirges in die Ebenen, so weit sie mit Schwarzwaldungen bestanden sind, und kommt in schneereichen Wintern sogar zuweilen bis in die kahlen Hochsteppen, wo man es früher nicht kannte, wandert aber von dort in die Wälder zurück.

Auch im Chingan und seinen östlichen, so wie westlichen Verflachungen ist das Elen nicht selten. Zu Folge von Radde beobachteter Spuren bewohnt es die Inseln des mittlern Amur und vereinzelt die Inseln unweit der Sungari-Mündung. Im Bureja-Gebirge fehlt es, nach Aussagen der Birar-Tungusen, auf dem rechten Amurufer ganz. Erst auf dem linken findet es sich, jedoch selten, im Gebiete des Shotar-Flüsschens, und tritt aus diesem nicht über die Lagar- und Murgil-Höhen in die Uferregion des Bureja-Gebirges. Radde schliesst dann seine Bemerkungen über das Vorkommen des Elens in dem von ihm besuchten Ländergebiet mit folgendem Satze: «Es dürfte nach dem, was die Birar-Tungusen über den Mangel des Elenthiers im Bureja-Gebirge auf chinesischer Seite berichteten und nach seiner von L. v. Schrenk (*a. a. O. p. 175*) erwähnten Seltenheit im Ussuri-Gebirge zu schliessen, wahrscheinlich sein, dass hier das Elen seine Aequatorialgrenze mit dem Shotar-Flüsschen bereits erreicht hat, dort aber, wo das Thier unter dem Einflusse eines maritimen, feuchten Klimas existirt, sich diese Grenze, wie die des Rennthiers, mehr südlich neigt».

Was übrigens die südöstlichste Verbreitung des Elens in Asien anlangt, so wird dasselbe zu Folge einer mündlichen, gefälligen Mittheilung des Hrn. Kapitäns Preschbalski noch am Flusse Suiphun unter dem 43° n. Br. angetroffen, also noch südlicher als an der Hatschi-Bai und am Kuban.

Nicht unmöglich scheint es jedoch, dass das Elen, wie schon Pallas (*Zoogr. I. p. 202*) meinte, seine Wanderungen bis zu den indischen Gebirgen fortsetze oder ehedem fortsetzte, wozu jedoch für jetzt noch alle Belege fehlen. Wäre es wirklich der Fall, so könnte es jetzt, ebenso wie zu Pallas's Zeit, nur über den Norden des Chinesischen Reiches geschehen. Im stark bevölkerten Theile Nordchinas könnten wenigstens ausser Mammuthen (deren Reste sich in China finden) früher (namentlich während der Eisperiode und noch später) auch Elene gelebt haben, welche dort, wie in Europa, und in Süden Nordame-

rikas, in Folge der menschlichen Ansiedlungen früh vertilgt wurden. Künftige in China anzustellende paläontologische Forschungen werden darüber Auskunft geben. Hatte übrigens Baker, wie es nicht unwahrscheinlich ist, wirklich subhimalajische Reste des Elens vor sich, so könnte es zur Eiszeit selbst auch bis zum Fuss des Himalaja gegangen sein (Siehe S. 20).

Fassen wir die jetzigen Verbreitungsgrenzen des Elens in Europa im Allgemeinen zusammen, so ergiebt sich, dass dasselbe von West nach Ost ganz zerstreut insularisch in Skandinavien, dann etwas gedrängter insularisch von Ostpreussen, Litthauen und den Ostseeprovinzen Russlands bis zur Uralkette, von Süd nach Nord aber von den Gouvernements Wolhynien, Kiew und Tschernigow, dann den Kuban bis Finnland und das Gouvernement Archangel vorkommt. In Asien sind Elene in gedrängterer insularischer Verbreitung in östlicher Richtung vom den Ostabhängen des Ural bis zum Penschinzskischen Busen, so wie den Küstengebieten des Ochotskischen Meeres und Mandschurischen Meerbusens, in der Richtung von Süd nach Nord von der Altaikette und der Mandschurei vom Flusse Suiphun an bis zum nördlichen Polarkreis beobachtet worden. Als ihre nördlichste Verbreitungsgrenze in Ostasien darf für jetzt Werchojansk unter 67°33 n. B., als ihre südlichste der unter 43° n. B. gelegene Suiphun gelten. In Europa würde, wenn es noch jetzt Elene am Kuban giebt, die nach Graden zu bestimmende Südgrenze eine ziemlich ähnliche wie in Asien sein. Auch in Bezug auf die Nordgrenze in Europa scheint ein ähnliches Verhältniss statt zu finden.

Wangenheim (*a. a. O. S. 6*) lässt das Elen in Europa nur vom 53 — 64° n. B., in Asien von 45 — 61° n. B. verbreitet sein. — Nach Bujack (*a. a. O. S. 16*) würde dasselbe in Europa nicht über 66½ n. Br. hinausgehen, wo der Baumwuchs aufhört.

Wiegmann (*a. a.* O. *S. 101 — 103*) meint: die nördliche Grenze der Verbreitung des Elens werde durch den Mangel des Baumwuchses bestimmt, die südliche Grenze wäre der 45° in Europa und Asien, auf der wasserreichern Westhälfte der 40° n. B., wofern nicht die Cultur hindernd einträte.

Hinsichtlich der individuellen Häufigkeit der Elene im europäischen Russland darf man nach Maassgabe der oben angeführten speciellern Angaben wohl sagen, dass ihre Zahl im Allgemeinen mehr oder weniger abgenommen habe, dass ferner sie in einzelnen Gouvernements zu den Seltenheiten gehören oder bereits vertilgt sind, dass sie aber in manchen noch mehr oder weniger häufig vorkommen, was in einigen in Folge angediehener Schonung der Fall ist. Selbst in Sibirien, wo sie früher häufig waren, fehlen sie bereits in manchen Gegenden, in andern sind sie allerdings noch mehr oder minder zahlreich, namentlich in Ostsibirien. Das Amurland und wohl auch die Küstengebiete des Ochotskischen Meeres dürfen wohl als solche Länder bezeichnet werden, worin in Nordasien stellenweis die bedeutendsten Elen-Bestände noch mehr oder weniger im Urzustande anzutreffen sind.

In der Nordhälfte Amerikas findet sich das Elen, mit Ausschluss der nördlichen Barren-grounds und der Prärien, wie schon Richardson (*Zoolog. of the Voy. of Herald Pa-*

laeont. p. 120) (1846) angiebt, bis zum 69, ja selbst bis zum 70° n. B. Im Norden würde es namentlich nicht blos in den an der Hudsonsbai liegenden Ländern den Waldstrichen der Furt-Country, dann in Neu-Braunschweig, so an der Fundibai, in Canada, in der Gegend der grossen Seen, am Mackenzie, und im frühern Russischen Amerika, nach Vosnessenski's mir mündlich mitgetheilten Erfahrungen, vom Kenai-Busen und der Halbinsel Alaska, bis nördlich zum Kotzebuesund angetroffen. Auf der atlantischen Seite Nordamerikas bildet die untere Hälfte des Flussgebietes des St. Lorenzstromes und die obere des Missisippi, auf der entgegengesetzten Seite aber das Gebiet des Columbiaflusses sein südliches bekanntes Wohngebiet. Früher, als es sich auch noch in Virginien fand (*Hist. d. l. Virginie. Orléans 1707 p. 213*, Zimmerm. *a. a. O. I. S. 264*), war es auf der vom atlantischen Ocean bespülten Hälfte bis gegen den 40° n. B. nach Süden verbreitet.

Gegenwärtig sind in den meisten Staaten der Union die Elene in Folge der Cultur theils selten (Andree), theils ganz ausgerottet. Namentlich finden sie sich nur noch in einigen nördlichen, so in Maine, New-Hampshire, Vermont und dem nördlichen Theile von New-York in grösserer oder geringerer Menge (De Kay *a. a. O. p. 117*, Baird *a. a. O. p. 632*). Im letztern Staat waren sie 1842 in den unangebauten Ländergebieten von Essex, Herkimer, Hamilton, Franklin, Lewis und Warren noch zahlreich, ja ihre Zahl schien sogar, da die der Ureinwohner abnahm, in Zunahme begriffen, so dass De Kay *a. a. O.* die Südgrenze ihrer Verbreitung an der atlantischen Küste bis 43°30 n. B. ausdehnte mit der Bemerkung, dass sie sich früher näher an der atlantischen Küste, so auf Fischer's Island aufhielten und in Massaschusetts ausgerottet seien. Nach Baird *a. a. O.* wurden sie vor wenigen Jahren in Essex, Hamilton und den Nachbargebieten des letztgenannten Districtes alljährlich erlegt; wegen der schwierigen Zugänglichkeit dieser Gegenden bietet indessen die dortige Jagd grosse Schwierigkeiten.

In Kanada, namentlich jenseits der grossen Seen, halten sich zwar noch Elene auf, einem Berichte Charlevoix's zu Folge wären sie aber schon vor 100 Jahren in Folge schonungsloser Jagden in Niederkanada fast ausgerottet worden. Gegenwärtig sind sie wenigstens in Kanada nicht mehr häufig (Andree, *Nordamerika 2te Aufl. 1854 p. 152*).

Zehntes Capitel.

Ueber die Kenntnisse, welche die alten Griechen und Römer vom Elenthier besassen.

Der herrschenden Annahme zu Folge soll zwar das Elen Aristoteles nicht bekannt gewesen sein, weil in seinen auf uns gekommenen Schriften dasselbe nicht erwähnt wird. Ich habe indessen (*Zoogeorgraph. u. palaeont. Beitr. S. 42*,) nachgewiesen, dass nicht blos sein Schüler Theophrast in einem uns erhaltenen Fragmente seiner Thiergeschichte, sondern auch der unbekannte Verfasser der dem Aristoteles mit Unrecht vindicirten Schrift

über Wunder (bei deren Abfassung jedoch vielleicht eine verlorne Schrift des Aristoteles benutzt wurde), unter τάρανδος das Ren- und Elenthier zusammenwarfen. In der That scheint es nicht wahrscheinlich, dass die alten Griechen, welche mit Skythien in lebhaftem Verkehr standen und ihm allerlei Kunstwerke lieferten, vom dort heimischen Elenthier gar keine Kunde gehabt haben sollten. Es ist dies um so unwahrscheinlicher, da sich kleine, goldene Figuren mit schaufelartigen Geweihen, welche sich in der Sammlung der hiesigen Kaiserlichen Eremitage unter den skythischen Alterthümern befinden, nach meiner Ansicht für Elene, nicht aber mit Eichwald für Rennthiere, halten lassen. Das Ansehen der Figuren gestattet übrigens die Vermuthung, dass sie theils von griechischen Künstlern selbst, theils von einheimischen, nicht sehr ausgebildeten, Goldschmieden angefertigt wurden.

Die Annahme des Vorkommens des Elenthiers in den von den Skythen ehedem bewohnten, so ausgedehnten, Landstrichen hat nicht das geringste Bedenken, wenn wir erwägen, dass nach Kessler das Elen noch jetzt in Kiew'schen, Volhynischen und Tschernigowschen Gouvernement, wenn auch seltener als sonst, vorkommt oder wenigstens früher (d. h. selbst noch in unserem Jahrhundert) vorkam und dass nach Borissjak im Orelschen Gouvernement, so wie nach Czernay im Charkowschen Lehrbezirk humatile Reste desselben als Zeugen seiner früheren, dortigen Existenz ausgegraben wurden.

Wenn nun aber den alten Griechen die, wiewohl sehr unvollständige, Kenntniss des Elens nur nach Maassgabe der vorstehenden Deductionen zugeschrieben werden kann, so gilt dies keineswegs von den Römern, die mindestens schon einige Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung eine nachweisliche Kunde vom ihm besassen.

Der älteste auf uns gekommene Nachweis, dass die Römer mindestens schon zur Zeit des zweiten punischen Kriegs das Elen kannten, oder wenigstens kennen lernten, gründet sich auf einem Fragment aus dem verlornen Theile der Geschichte des Polybius (ed. Em. Bekker, *Fragm. p. 128*) welches uns Strabo (*Geogr. IV c. ed.* Casaub *C. 208*) erhalten hat, worin (wie man vermuthen darf) bei Gelegenheit des Ueberganges Hannibal's über die Alpen von dort vorkommenden Hirschen die Rede ist, deren Hals, ebenso wie ihre Haarbedeckung, denen der Eber ähnlich war, während sie unter dem Kinn einen haarigen Anhang von der Dicke eines Fohlenschweifes besassen.

Sollte aus diesen, ohne Frage nur auf das Elen passenden, Angaben sich möglicherweise schliessen lassen, dass die früher in Oberitalien, nach Maassgabe einer in der Lombardei in der Erde gefundenen Schaufel, heimischen Elene bereits zu jener Zeit daraus verschwunden waren? Die auf uns gekommenen Angaben der Alten über das Vorkommen von Thieren sind freilich oft gar zu spärlich, unvollständig und zweifelhaft, um einen solchen Schluss mit Sicherheit zu gestatten. In manchen der ältesten, für uns verlorenen, römischen Schriften könnte allerdings vom Elen die Rede gewesen sein, jedoch streitet dagegen der Umstand, dass der Compilator Plinius über in Italien vorkommende, oder vorgekommene, Elene schweigt.

Bei Caesar (*Comment. d. bello gallico Lib. VI. cap. VI*) findet sich eine Stelle, die

von Manchen, so selbst von Lenz (*Zoologie d. alten Griechen u. Römer S. 215*), auf das Elen, von Eichwald (*Leth. ross. III. p. 367*) aber auf *Cervus euryceros* bezogen wird. Sie lautet: «Est bos (im Hercyner Walde) cervi figura, cujus a media fronte inter aures unum cornu existit, excelsius magisque directum his, quae nobis nota sunt, cornubus: ab ejus summo sicuti palmae ramique late diffunduntur. Eadem est feminae marisque natura, eadem forma magnitudoque cornuum». Dass diese Stelle jedoch weder auf das Elen, noch auf den Riesenhirsch gedeutet werden könne, sondern auf das Rennthier zu beziehen sei, habe ich in meinen *Zoogeographischen und Palaeontologischen Beiträgen S. 53* ausführlich nachgewiesen.

Anders verhält es sich indessen mit einer andern Stelle des grossen römischen Feldherrn (ib. cap. 27), wo er als *Alces* Thiere auf folgende Weise schildert: Sunt item (i. e. in Hercyniae sylvis), quae appellantur *alces.* Harum est consimilis capris figura et varietas pellium, sed magnitudine paulo antecedunt mutilaeque sunt cornibus et crura sine nodis articulisque habent, neque quietis causa procumbunt, neque, si quo adflictae casu conciderunt, erigere sese aut sublevare possunt. His sunt arbores pro cubilibus: ad eas se adplicant atque ita paulum modo reclinatae quietem capiunt. Quarum ex vestigiis cum est animadversum a venatoribus, quo se recipere consuerint, omnes eo loco aut ab radicibus subruunt aut accidunt arbores, tantum ut summa species earum stantium relinquatur. Huc cum se consuetudine reclinaverunt, infirmas arbores adfligunt atque una ipsae concidunt. Die fragliche Stelle enthält allerdings von der Gestalt der *Alce* keine charakterischen Merkmale, wie die wenig bedeutenden Worte similis capris figura et varietas pellium, sed magnitudine paulo antecedunt beweisen. Die Worte mutilaeque sunt cornibus lassen sich aber nur auf Weibchen, oder Männchen des Elens mit abgeworfenen Geweihen, beziehen. Sämmtliche Mittheilungen Caesar's von den et crura sine nodis an bis concidunt gehören übrigens in das Gebiet der bedeutungslosen Fabeln. Der Name *Alce*, der offenbar mit dem germanischen *Elch* zusammenhängt und der den Römern wohl aus Deutschland in der Form *Alce* überkam*), dann der Umstand, dass dort noch im 11. Jahrhundert Elene existirten und fossile Reste derselben in verschiedenen Ländern Deutschlands, in manchen (Meklenburg, Preussen, Braunschweig) sogar häufig, in Torfmooren gefunden wurden, so wie das von Caesar, Plinius und Solinus erwähnte Vorkommen der *Alce* mit *Bos bison seu bonasus* und *urus* (den Begleitern des Elens) in denselben Gegenden, sprechen für die Annahme, dass Caesar unter seinen, keineswegs treffend geschilderten, *Alces* Elene meine.

Bei Plinius (*H. Nat. Libr. VIII, 16 ed. Detlefsen Vol. II. p. 54*) heisst es: «Septentrio fert et equorum greges ferorum, sicut asinorum Asia et Afrika, praeterea *alcen* juvenco

*) Wenigstens ist Caesar der älteste uns bekannte Schriftsteller, der den Namen *Alce* gebraucht und das Thier unter den Bewohnern der hercynischen Wälder aufführt. Unter den uns erhaltenen griechischen Schriftstellern erwähnt nur Pausanias, welcher lange nach Caesar schrieb, das Elen unter dem Namen ἀλκή, dessen älterer, griechischer Ursprung sich also nicht nachweisen lässt. — Das Wort *Alce* stammt offenbar aus dem germanischen *elch*, womit das Elen bezeichnet wurde. Das slavische Wort *los* ist identisch mit *elch.* Siehe Diefenbach unter *Alces.*

similem, ni proceritas aurium et cervicis distinguat, item natam in Scandinavia insula, nec umquam visam in hac urbe, multis tamen narratam *achlin*, haud dissimilem illi, sed nullo suffraginum flexu ideoque non cubantem, sed adclinem arbori in somno, eaque incisa ad insidias capi, alias velocitatis memoratae. Labrum ei superius praegrande. Ob id retrograditur in pascendo, ne in priora tendens involvatur.» Dass die meisten der Sätze dieser Stelle sich auf die *Alce* und zwar auf weibliche oder männliche, geweihlose Exemplare beziehen, leidet wohl keinen Zweifel. Es gilt dies namentlich hinsichtlich der Worte von praeterea bis distinguat, dann von sed nullo bis zu Ende. Was Plinius von «sed nullo an bis memoratae» erzählt, berichtet auch, wie wir eben sahen, bereits Caesar. Solinus (C. J. Solini *Collectanea rerum memorabilium recognov. Th. Momsen. Berol. 1864 p. 108*) bemerkt: «Est et Alce mulis comparanda, adeo propenso labro superiore, ut nisi recedens in posteriora vestigia pasci non queat.» Seine Worte mulis comparanda und adeo propenso labro weisen ebenfalls, wie seine Mittheilung über die Heimath der *Alce* (die Hercynischen Wälder) auf das Elen hin, das freilich keineswegs beim Weiden stets rückwärts geht.

Die Worte des Plinius: «item natam in Skandinavia insula nec umquam visam in hac urbe multis tamen narratam *achlin*, haud dissimilem illi» dann die Angabe des Solinus (ib. p. 109): «Gangavia insula, e regione Germaniae, mittit animal quale *Alce*, (womit er offenbar die *achlis* des Plinius meint) deuten aber darauf deutlich hin, dass Plinius unter *achlis*, oder wie Andere lesen *machlis*, und Solinus unter dem animal quale *Alce* ein zwar dem Elen ähnliches, aber davon verschiedenes Thier sich dachten, dem allerdings Plinius, wie seine Worte von «sed nullo suffragium an bis ne in priora tendens involvatur» bezeugen, dem Elen ähnliche Eigenschaften beilegt. Dasselbe geschieht von Solinus, der in der oben angeführten Stelle hinter quale *Alce* nachstehende Worte hinzufügt: sed cujus suffragines ut elephantis flecti nequeunt; propterea non cubat cum dormiendum est, tamen somnulentam arbor sustinet, quae prope casuram secatur, ut fera dum adsuetis fulmentis innititur faciat ruinam, ita capitur: alioqui difficile est eam mancipari: nam in illo rigore poplitum incomprehensibili fuga pollet*).

G. Cuvier (*Hist. nat. d. Pline. Trad. nouv. p. Ajasson de Grandsagne T. VI, Note de Liv. VIII p. 415*) meint: Plinius habe wieder einmal zwei Thiere aus einem gemacht, indem er ohne Kritik die Mittheilungen zweier Autoren copirte. Dass *Alce* und *Achlis* dieselben Thiere seien, gehe daraus hervor, dass Caesar der *Alce* dieselben Eigenschaften vindizire, die Plinius seiner *Achlis* zuschreibt. Plinius vindizire weder der einen, noch der andern Geweihe. Die Autoren, welchen er seine Bemerkungen entlehnte, kannten vielleicht nur Weibchen. Die beachtenswerthen Bemerkungen des Solinus übergeht Cuvier ganz mit Stillschweigen.

---

*) Nach Albertus Magnus (*Lib. XXII Tract. 2. Cap. 1, De equicervo*) soll Solinus vom *Equicervus* sagen: esse animal Orientis et Graeciae, quod habet cornua mas, non femina et jubas habet per collum descendentes usque post scapulas, et barbam habet sub mento, et soleas sicut equus, et corpus ad cervi quantitatem. Ich habe indessen einem solchen, wohl auf das Elen bezüglichen, *Equicervus* bei Solinus nicht finden können.

*

Wenn nun aber auch Solinus aus Plinius häufig copirte, so geht daraus, dass Solinus in der oben angeführten Stelle richtiger als Plinius der *Alce*, nicht der *Achlis*, ein propensum labrum superius zuschreibt und die suffragines des letztern, die er mit Plinius für unbeweglich hält, denen der Elephanten vergleicht, deutlich hervor, dass er in Bezug auf *Alce* und *Achlis* Plinius keineswegs nur ausschrieb, also Berücksichtigung verdiente.

Bujack (*Naturgesch. des Elchwildes, S. 2*) meint, was Plinius von *Alce* sage, passe auch auf *Achlis*.

Nilsson (*Skadinav. Fauna, 2 uppl. I. Däggd. p. 492*) erklärt sich ebenfalls gegen die Ansicht, dass *Alce* und *Achlis* des Plinius (von Solinus spricht auch er nicht) zwei verschiedene Thiere wären, weil die beiden Namen so ähnlich seien und man in Skandinavien die Reste einer dem Elen ähnlichen, aber davon verschiedenen, Hirschart, so namentlich die des *Cervus euryceros*, noch nicht gefunden habe.

H. O. Lenz (*Zoologie der alten Griechen und Römer. Gotha, 1856. S. 216*) sagt, ohne Gründe auzugeben, dass alles von Plinius Gesagte sich auf das Elen bezöge.

Bereits Kaup hielt die *Achlis*, er schreibt *Machlis*, für ein vom Elen verschiedenes Thier, namentlich für den *Cervus euryceros* und bezeichnete mit dem Namen *Machlis* diejenige Abtheilung seiner Hirsche, deren einziger Vertreter die genannte Hirschart ist.

In meinen *Zoogeographischen und palaeontologischen Beiträgen p. 55*, so wie in meiner Abhandlung über die Säugethierreste der Altaischen Höhlen (*Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Pétersb. 3 sér. T. XV 1870 p. 147) (Mélang. biolog. T. VII p. 931*) trete ich der Meinung bei, dass die von Plinius und Solinus als *Achlis* oder *Machlis* bezeichnete der *Alce* ähnliche, aber freilich nicht kenntlich characterisirte, daher dunkle, Thierart vielleicht der *Cervus euryceros* sein könnte, da dieser dem Elen in der Bildung der Geweihe, theilweis auch in seiner Schädelgestalt, so wie in der Körpergrösse, ähnelte, so dass die Worte des Plinius: *haud dissimilem illi* und des Solinus: *animal quale Alce* wohl auf ihn bezogen werden könnten. *Cervus euryceros* gehörte übrigens zu den Gliedern unserer Fauna.

Der von Cuvier angeführte Gegengrund scheint mir keineswegs stichhaltig, da nicht blos Plinius, sondern auch Solinus die *Alce* und die *Achlis* für verschiedene, aber doch so nahe verwandte, Thiere halten, dass sie auch wohl die schon von Caesar mitgetheilten fabelhaften Züge ihrer Lebensweise als gemeinsame Eigenthümlichkeit ansahen; wurde doch selbst noch in neuern Zeiten *Cervus euryceros* mit dem Elen zusammengeworfen. Es konnte dies also noch viel leichter von den alten Römern geschehen, welche die Thiere gewöhnlich nur nach sehr unvollständigen Berichten kannten und daher meist mangelhaft kennzeichneten.

Die Aehnlichkeit der Namen *Alce* und *Achlis*, welche Nilsson als Einwand benutzt, hat allerdings etwas Verdächtiges, entkräftet aber, wie mir scheint, die von Plinius und Solinus angenommene Verschiedenheit beider keineswegs. Wichtiger scheint der Einwand Nilsson's, dass Plinius die *Achlis* nach Skandinavien versetzt, wo man wohl Reste des Elens, aber noch keine des Riesenhirsches (*Cervus euryceros*) fand. Indessen ist dieser

Einwand vielleicht nur ein zeitweiliger, da man möglicherweise auch Reste desselben in Skandinavien entdecken wird. Auch konnte ja Plinius über das Vaterland irrig berichtet worden sein, oder der Name *Skandinavia* spätern Abschreibern zur Last fallen. Für die eine oder andere dieser Meinungen scheint der Umstand zu sprechen, dass Solinus als Heimath der *Achlis* die *Gangavia* (nicht Scandinavia) insula bezeichnet. Wo aber die Insel *Gangavia* liege, habe ich nicht auffinden können. An Irlands Westküste lebte früher nach Ptolemaeus eine alte Völkerschaft unter den Namen Ganganer. Könnte also vielleicht nicht bei Solinus der Name Gangania, statt Gangavia, zu lauten haben und synonym mit *Hibernia* sein? Liesse sich diese, allerdings etwas kühne, Hypothese aufrecht erhalten, also die *Achlis* nach Irland versetzen, so wäre ihre Deutung als *Cervus euryceros* gesichert, denn in Irland hat man, wie bekannt, unter alten Torflagern von dieser, früher von dort und Frankreich bis Sibirien verbreiteten, so interessanten, Hirschart bereits viele, sehr wohl erhaltene, Skelete gefunden. Der Zusatz zur Gangavia insula «e regione Germaniae» bei Solinus will freilich für die eben ausgesprochene Hypothese, dass die Insel *Gangavia* als *Gangania* auf *Hibernia* zu beziehen sei, nicht recht passen, ebenso wenig aber auch für jetzt der Vorschlag, dass bei Solinus, statt *Gangavia*, wie bei Plinius, *Scandinavia* zu lesen sei. Sollten freilich Reste des Riesenhirsches künftig auch in Skandinavien entdeckt werden, so würde die Leseart *Scandinavia* bei Plinius unangetastet bleiben und bei Solinus wohl *Gangavia* in *Scadinavia* zu verwandeln sein.

Pausanias, der um die Mitte des zweiten Jahrhunderts nach Christus lebte, berichtet (IX ed. Bekker XXI. 3): das Elenthier (ἀλκή) sieht dem Hirsch und Cameel ähnlich und bewohnt das Land der Celten. An einer zweiten Stelle (V. XII. I.) bemerkt er: das Männchen habe Hörner, die dem Weibchen fehlten. Wir erfahren also von ihm, dass das Elen im zweiten Jahrhundert nach Christus noch im alten Gallien vorhanden war.

Für die römischen Thierkämpfe wurden nachweislich unter Gordian I (*Vita Gordiani c. 3)*, so wie unter Gordian III *(Vita c. 33)* je 10 Elenthiere nach Rom gebracht.

Beim grossen Triumpfzuge des Kaisers Aurelian über die Zenobia (*Flavii Vopisci Aurelianus c. 3*) prangten gleichfalls Elenthiere, deren Zahl jedoch nicht angegeben ist.

Man darf wohl vermuthen, dass die Elene, welche man in Rom zur Schau stellte aus Gallien, oder aber, noch wahrscheinlicher, aus Deutschland herstammten. Mit den bereits oben erörterten Mittheilungen des Solinus, der etwas vor Theodosius II (zwischen 401—450), also in der ersten Hälfte des fünften Jahrhunderts n. Chr., lebte, enden die ohne Frage sehr dürftigen Nachrichten der römischen Schriftsteller über das Elen, namentlich über sein Vorkommen im Hercyner Walde. Die Auctorität des Solinus wird zwar gewöhnlich gering geschätzt, weil er meist aus ältern Schriftstellern, namentlich sehr oft aus Plinius, compilirte, ein Umstand, der ihm bekanntlich den Namen des Affen desselben erwarb. Wie wir oben sahen, hat er indessen seine Mittheilungen über die *Alce* und *Achlis* keineswegs aus Plinius rein abgeschrieben, sondern einzelne Angaben verändert, wir konnten ihn daher keineswegs übergehen, wie dies von Andern geschah.

ANHANG I.

Bemerkungen über die Miocänflora des Hochnordens.

Oben (Seite 43 ff.) sah ich mich veranlasst, bei Gelegenheit der Untersuchungen über die frühere Verbreitung des Elens und seine muthmassliche Urheimath einige Andeutungen in Bezug auf die Miocänflora des Hochnordens zu machen. Da nicht alle Zoologen und selbst Zoo-Paläonthologen mit dem fraglichen Gegenstande genügend vertraut sein dürften, so möge es gestattet sein, einige darauf bezügliche Mittheilungen hinzuzufügen, die ich der Güte meines theuern, fast 50-jährigen, Freundes und frühern Studiengenossen des Hrn. Geheimen Raths und Professors Dr. Göppert in Breslau verdanke, in so weit sie sich nähmlich auf seine eigenen Arbeiten beziehen.

Die erste Nachricht über das frühere Vorhandensein einer tertiären Flora im Norden Asiens, namentlich in Kamtschatka hat R. Göppert auf Grundlage dort von Erman bei Sedanka zwischen dem 59 und 60° n. Br. aufgefundenen Hölzern von Coniferen und Blattabdrücken geliefert (Siehe Erman, *Reise um die Erde. Bd. III. 1848. S. 149*). Die Blattabdrücke gehören Arten von *Juglans*, *Carpinus* und *Alnus* an. Es finden sich darunter namentlich die in der Miocänflora so verbreiteten *Alnus Kefersteinii* und *Juglans acuminata.*

An diese Arbeit Göppert's schlossen sich seine Untersuchungen der von Hrn. v. Middendorff im Taymur-Lande unter dem 74° n. Br. entdeckten fossilen, tertiären Hölzer (*Pinites Middenorffianus* und *Baerianus Göppert*) an, die von Pflanzen abstammen, welche zur Familie der Coniferen gehörten (man vergl. v. Middendorff's *Sibirische Reise Bd. 1, Th. I, S. 225 ff.*)*).

Eine vollständigere Abhandlung: «Ueber die Tertiärflora der Polargegenden», welche die Beschreibung von Tertiärpflanzen der Halbinsel Alaska, Grönlands und Islands enthält, veröffentlichte Göppert in den *Schriften der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, Abtheil. für Naturwissensch. und Medizin 1861. S. 195—207.* Als Resultat ergab sich, dass jene jetzt so unwirthlichen Gegenden zur Zeit der Miocänperiode sich eines milden Klimas, namentlich wohl einer mittlern Temperatur von mindestens + 8 — 10°, zu erfreuen hatten, um eine Vegetation zu fördern, wie sie gegenwärtig im mittlern und südlichen Nordamerika und Europa angetroffen wird (Man vergl. hierüber auch *Sitzungsbericht der Schlesischen Gesellschaft vom 12. November 1869*), Sätze, die durch die spätern ausführ-

*) Als Beleg für die Existenz einer tertiären Flora des Hochnordens möge es vergönnt sein auch jenes fossilen, eingewurzelten (nach Hooker einer *Abies* angehörigen) Baumstammes zu erwähnen, der von Belcher unter 75° 32′ n. B. und 92° westl. L., nördlich von der in den Welllingtonsund einmündenden Meerenge Narrow, entdeckt wurde (*L'Institut 1856 XXIV. p. 134*) und den auch Heer (*Flor. foss. p. 22*) für keinen diluvialen hält.

lichern (durch ein viel umfassenderes Material ermöglichten) Untersuchungen über die fossile Flora der arktischen Länder von O. Heer bestätigt*) und vielfach erweitert wurden.

Mein alter Freund Göppert bemerkt übrigens noch in seinem an mich gerichteten Schreiben Folgendes: «Heer hat in neuester Zeit sich auch endlich bereit finden lassen die von mir schon 1853 (in der *Flora von Schossnitz, Breslau 1854, Tertiärflora, von Java 1864* und *Uebersicht der Bernsteinflora, Monatsbericht der Berliner Akademie 1853*) behauptete und nachgewiesene Identität vieler Tertiärpflanzen mit denen der Gegenwart anzuerkennen und darin auch jüngst *Taxodium distichum* eingeschlossen, von der er männliche Blüthen und Fruchtzapfen fand, die ich schon 1853, inclusive der blattlosen, winterlichen Zweige beschrieb und abbildete, ohne aber dieser schon so alten, wie es scheint prinzipiell nicht ganz unintressanten, zuerst von mir gemachten, Beobachtungen zu erwähnen».

«Eine weitere Berücksichtigung meiner Untersuchungen würde Heer auch vor der irrthümlichen Annahme bewahrt haben, dass *Pinus montana* oder die Bergföhre der miocänen Flora Europas, selbst der des Samlandes, gefehlt habe und als ihre Ursprungsstätte Spitzbergen anzusehen sei. Ich habe sie bereits 1843 in der *Bernsteinflora* beschrieben, ihre Identität mit der noch gegenwärtig vorhandenen behauptet, und später auch noch an mehreren Orten gefunden».

Der angedeuteten Absicht gemäss, einen gedrängten Ueberblick über die Leistungen zu geben, welche sich auf den nähern Nachweis einer arctischen miocänen Flora des Hochnordens beziehen, wende ich mich zu den zahlreichen, dieselbe angehenden Arbeiten, des berühmten Zürcher Professors.

Zunächst muss daran erinnert werden, dass es ihm vergönnt war die von Englischen, Schwedischen und Dänischen Forschern im Norden und Hochnorden gesammelten, die fragliche Flora angehenden, überaus zahlreichen, Gegenstände zur Untersuchung zu erhalten. Die fraglichen Sammlungen stammen aus Nordgrönland, der Melville-Insel, dem Banksland, vom Mackenzie, aus Island und aus Spitzbergen. Grönland und Spitzbergen lieferten die grösste Zahl von Resten. Später kamen übrigens noch Objecte aus Alaska hinzu.

O. Heer's Mittheilungen über die miocäne Flora des Hochnordens begannen, so viel ich ermitteln konnte, während des Jahres 1866. Zu dieser Zeit veröffentlichte er namentlich einen Aufsatz: *Ueber den versteinerten Wald von Atanekerdluk* in der *Zürcher Vierteljahrsschrift 1866 S. 259,* ebenso wie einen anderen über 16 Arten von Nordenskjöld und

*) In der *Flora fossilis arctica* und anderen der Heer'schen Schriften vermisst man eine geschichtliche Angabe der darauf bezüglichen ältern, freilich auf einem spärlichern Material gestützten, aber ohne Frage anerkennenswerthen Leistungen Göpperts, der, wie er mir schreibt, auf dieselben (ohne Frage) einen gewissen Werth zu legen berechtigt zu sein glaubt, da bei allen Gelegenheiten, wo von der fossilen arctischen *Flora* die Rede ist, nur der Name Heer als Entdecker genannt wird. — Es kann indessen, wenn ich diese Zeilen mittheile, keineswegs meine Absicht sein, dadurch O Heer's unvergängliche Verdienste, die er sich durch seine zahlreichen, speziellen und durch sehr umfassende Materialien begünstigten Arbeiten um die fossile *Flora arctica* erworben hat, im geringsten herabzusetzen. Ich wollte nur ganz unparteiisch, nach gewohnter Weise, dem *Suum cuique* den gebürenden Platz sichern. *Amicus Plato, sed magis amica veritas!*

Blomstrand auf Spitzbergen gesammelte, theils Laub-, theils Nadelhölzern, angehörige, miocäne Planzenreste. Siehe *Ofvers. af Kongl. Vetensk. Acad. Förhandl. Stockh. 1866 n. 6. p. 145—55.* Um dieselbe Zeit erschien auch wohl, wie ich vermuthe, sein Aufsatz über die Grönland benachbarte Insel Disco, wovon ich leider bisher nicht einmal die genauere Kenntniss des Titels mir verschaffen konnte.

Im folgenden Jahre machte O. Heer in drei Schriften Mittheilungen über die miocäne Flora des Hochnordens. Die eine dieser Schriften (ein von ihm bereits am 6sten December 1866 auf dem Zürcher Rathhause gehaltener Vortrag) erschien unter dem Titel: *Ueber die Polarländer, Zürch 1867. 8* und bespricht S. 17 beiläufig auch die fragliche Flora.

Die zweite ist betitelt: «*Ueber die miocäne Flora der Polarländer*». *Ein Vortrag, gehalten in der 51. Jahrsversammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Rheinfelden* am $^{9}/_{11}$ September 1867. Der Vortrag wurde in den Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft gedruckt, erschien aber auch als Separatabdruck in Aarau bei Sauerländer. Als dritte Schrift wurde in demselben Jahre der Aufsatz: *On the miocene Flora of North Greenland* im *Journal of the Dublin roy. Society 1867* veröffentlicht.

Im Jahre 1868 erschien von ihm seine ausgezeichnete, umfassende Schrift: *Flora fossilis arctica. Die fossile Flora der Polarländer, enthaltend die in Nordgrönland, auf der Melville-Insel, in Banksland, am Mackenzie, in Island und in Spitzbergen entdeckten fossilen Pflanzen von* Doctor Oswald Heer, *Professor in Zürch, nebst einem Anhange über versteinerte Hölzer der arctischen Zone von* Dr. Cramer, *Professor in Zürch. Zürch b.* Schulthess *1868. 4. mit L Tafeln in Farbendruck, nebst einer die Polarländer darstellenden Kartentafel, und mehrern geographische oder geognostische Verhältnisse erläuternden Holzschnitten.*

Heer beginnt seine *Flora* mit einem allgemeinen Theil, worin er zunächst die Entdeckung der ihm vorliegenden Pflanzenreste in den bereits angeführten arctischen Ländern bespricht. Sein zweiter Abschnitt handelt ausführlich von den geologischen Verhältnissen derselben und dem dortigen Vorkommen der fossilen Pflanzenreste. Eine Uebersicht der fossilen Pflanzen der Polarzone, die theils der Steinkohlen-, oder Kreide-, theils, und zwar zum allergrössten Theile, der Miocänperiode angehören, bildet den dritten Abschnitt, worin er übrigens schliesslich auch auf die noch unbekannte Diluvialflora hindeutet. Im vierten Abschnitt wird das Clima der Polarländer von einst und jetzt ausführlich besprochen und die gegenwärtige Flora der arctischen Länder geschildert. Der Schilderung derselben folgen vergleichende Bemerkungen über die arctischen Floren der Primärzeit, der Sekundärzeit und sehr ausführliche über die Miocänzeit im Vergleich mit der Jetztzeit hinsichtlich der Ermittelung der frühern climatischen Verhältnisse des Hochnordens, bei welcher Gelegenheit die geographische Verbreitung vieler Baum- und Straucharten (die der *Buche*, *Platane*, des *Taxodium*, u. s. w.) in Betracht gezogen wird. In einem Rückblick auf diesen Abschnitt macht er nachstehende allgemeine Bemerkungen. Die besprochenen Thatsachen lassen nicht zweifeln, dass die ganze miocäne arctische Zone früher eine höhere Temperatur gehabt habe. Der Hauptunterschied der Wärmeverhältnisse der miocänen und jetzigen Zeit bestehe

darin, dass gegenwärtig polwärts vom 30° n. B. aus eine raschere Wärmeabnahme stattfindet als zur miocänen Zeit und jetzt im Mittel die Null-Isotherme des Jahres auf den 58° n. B. fällt, während sie in der miocänen Periode auf den Pol fiel.

Heers S. 73 vorgetragener Meinung: «die holzartigen Pflanzen der Miozänzeit hätten eine lange, polare (neunmonatliche) Winternacht ertragen können» möchte ich indessen nicht beistimmen. Zur Miocänzeit brauchte übrigens eine solche nicht zu existiren, wenn damals unser Sonnensystem sich in der Nähe von Fixsternen befand, die ihm mehr Wärme, folglich auch mehr Licht als jetzt die Sonne spendeten. Um die weit grössere Wärme der Polargegenden während der Miocänzeit zu erklären, neigt sich übrigens Heer (S. 77) selbst zur eben erwähnten, den neuern Fortschritten der Astronomie in Bezug auf die Bewegung der Fixsternsysteme im Weltraume keineswegs widerstreitenden, Hypothese hin.

Auf Seite 86 bis 166 liefert dann Heer die Beschreibungen der Pflanzen der arctisch-miocänen Flora nach den Ländern (Grönland, Banksland, Mackenzie, Island und Spitzbergen) und giebt schliesslich eine tabellarische Uebersicht der miocänen Flora der Polarländer. Bemerkenswerth erscheint es, dass die Heer'sche Tabelle eine Rubrik enthält, worin die als fossil angesehenen, oft nur auf ziemlich unvollständigen Bruchstücken begründeten, Arten den homologen oder analogen lebenden gegenüber gestellt sind. Wie noch zu wenig begründet so manche, von den lebenden gesonderte, fossile Arten seien, geht daraus hervor, dass Heer selbst (*Flor. arctica p. 183*) nachträglich die spezifische Verschiedenheit der in der Tabelle als Art aufgeführten *Salisburea adiantoides* Unger's von der noch in Japan und China heimischen *Sal. adiantifolia Sm.* nicht nur in Zweifel zieht, sondern auch zugiebt, dass mehrere noch lebende Arten (*Pinus montana, P. abies* und *Taxodium distichum*) bereits Glieder der arctischen Miocänflora waren. Zum Schluss seiner verdienstvollen Arbeit veröffentlicht er S. 181 ff. Nachträge und Berichtigungen. Bemerkenswerth erscheint hier, dass Heer von Furuhjelm im Alaschkaland gesammelte fossile Pflanzenreste erhielt, die 51 Arten angehörten, wovon 13 auch in der *Flora arctica* Grönlands vertreten sind, die jedoch fast alle auch im europäischen Miocän vorkommen. Zehn andere (nicht arctische), den Typus nordamerikanischer bietende, Arten besitzt übrigens auch der europäische Miocän. Er meint nun: «Es hat daher diese Flora einen entschieden amerikanischen Charakter, und wir erfahren aus derselben, dass die miocäne Flora Nordamerika's in einem viel nähern Verhältniss zu der dort lebenden Flora steht, als die europäische Miocänflora zur jetzigen europäischen, daher mit dieser eine grössere Veränderung vor sich gegangen ist als mit jener. Wir erfahren aber auch, dass eine Zahl dieser amerikanischen Typen der europäischen Miocänflora im äussersten Westen Nordamerikas lebte, ohne die arctische zu berühren und daher auf einen Zusammenhang des Festlandes von Amerika und Europa in südlicher gelegenen Breiten hinweisen*). Die Flora deutet übrigens ebenfalls entschieden auf ein früher wärmeres Clima des Alaskalandes hin».

*) Es fragt sich nur, ob nicht hierbei viel eher die ganz entschieden früher stattgefundene Verbindung Amerikas und Asiens in Betracht kommt. Europa erhielt von Asien aus seine Säugethiere während der Diluvial-

Im Jahre 1869 veröffentlichte Heer zwei Schriften, worin er die nach dem Erscheinen seiner *Flora arctica* in *Grönland* und *Spitzbergen* gesammelten und ihm zur Benutzung übersandten, miocänen Pflanzen gelegentlich bespricht.

Die ältere dieser Schriften ist ein am 28sten Januar 1869 auf dem Zürcher Rathhause gehaltener Vortrag: «*Ueber die neusten Entdeckungen im hohen Norden. Zürch 1869. 8.* Hr. Prof. Heer liefert S. 10 in dieser Schrift nach Maassgabe der von Whymper und R. Brown in Grönland gemachten namhaften Sammlungen eine überaus anziehende Skizze der miocänen Flora Grönlands. Hierauf giebt er S. 22 eine kurze Uebersicht der von Nordenskiöld und Malmgren auf Spitzbergen 1868 gesammelten, zahlreichen, miocänen Pflanzenreste.

Am 23sten August 1869 hielt Heer einen Vortrag in der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, der unter dem Titel; *Die miocäne Flora von Spitzbergen. Solothurn 1869. 8.* und als *La Flore Miocène du Spitzberg* in der *Biblioth. univ. revue suisse Archives d. sc. phys. et naturelles, nouv. pér. T. XXXV. p. 289* erschien. Dieselbe wurde in der Zeitschrift: *Aus der Natur 1870 n. 7, S. 105* mitgetheilt, jedoch ohne Angabe der Quelle; ein

---

zeit, konnten sich dahin also nicht um diese Zeit oder schon früher auch Pflanzen verbreiten?

Mein durch seine mehrjährigen, ausgezeichneten botanischen Forschungen im Amurlande und Japan bekannter College Maximowicz hatte die Güte, mir auf meine Bitte folgende den eben erwähnten Gegenstand angehende Mittheilungen zu machen:

«Ein Vergleich der Floren Europa's, Asiens und West- und Ost-Amerikas mit einander zeigt, dass Ost-Asien und Ost-Amerika weit mehr eigenthümliche Arten und Gattungen mit einander gemein haben, als Ost-Asien und Europa einer- und Ost-Asien und West-Amerika andererseits, und dass ostamerikanische Gattungen wohl bis nach West-Europa, nicht aber umgekehrt westeuropäische bis nach Amerika gehen. Daraus schliesst zuerst Bentham (Proceed. Linn. soc. II. p. 34) schon auf eine frühere Verbindung Amerikas mit Asien, aber unter südlicherer Breite als die Kette der Aleuten und Kurilen.

A. Gray (On the botany of Japan, 1859, in Bot. memoirs extract. from. Mem. Americ. Acad. New. ser. VI. P. 2, 1859, p. 442 fg.) hält die Forderung einer südlicheren Breite nicht für nöthig. Er sagt etwa Folgendes.

In der Miocene und Pliocene besass die Insel Vancouver ein viel wärmeres Klima als jetzt, wie Lesquereux nachwies an fossilen Pflanzen. Dasselbe zeigen die fossilen Vierfüsser von Nebraska, so dass die gemässigte Flora damals so ziemlich gleich hoch wie jetzt in Europa, nämlich bis zum Polarkreise hinaufgegangen sein musste, und folglich die beiderseitigen gemässigten Floren in Asien und Amerika aneinander stiessen (mit geringer oceanischer Trennung) und sich vermischen konnten.

In der Posttertiär-Zeit kam langsam die Eisperiode und ging bis zur Breite des Ohio hinab. Die gemässigte Flora wich langsam nach Süden zurück, die arktische rückte nach.

Nach der Eiszeit rückten die Floren wieder nach Norden, die arktische retirirte sich auf die Bergspitzen der Alleghanies, die gemässigte ging eben so weit vor wie früher, d. h. weiter als sie sich jetzt erstreckt, wie Lesquereux am Mississipi und in Kentucky an fossilen Pflanzen nachwies, die mit solchen lebenden identisch waren, welche jetzt einige Grade südlicher leben. Den Grund dieses weiteren Hinaufrückens und also des mildern Klimas sucht Dana in der geringern Erhebung des Landes und der grösseren Wassermasse im Norden in dieser zweiten Epoche der Posttertiär-Zeit, die Dana die Fluvialzeit nennt. — So berührten sich die temperirten Floren Asiens und Amerikas an der Behringsstrasse und durch die damals grösseren Aleuten und Kurilen noch ein Mal.

Der Fluvial-Epoche folgte Dana's Terrassen-Epoche, ein Uebergang zur jetzigen, wo der nördliche Theil Amerikas sich bis zur jetzigen Höhe hob und das Klima so kühl wurde wie jetzt, die artkische Flora wieder herunter rückte und die gemässigten Floren Asiens und Amerikas in der jetzigen Umgrenzung trennte.

Da nun zu jener Zeit die Isothermen ziemlich denselben Verlauf genommen haben sollen wie jetzt, d. h. sich nordwärts an der Ostküste und südwärts an der Westküste Amerikas bogen, so muss die Wanderung der Pflanzen und Thiere in hohen nördlichen Breiten stattgefunden haben, und dies erklärt, weshalb mehr der Osten als der Westen Amerikas Arten nach Asien und weiter geliefert hat.

Missbrauch, den sich die Hrn. Verfasser dieser Zeitschift gewöhnlich zu Schulden kommen lassen. Einen Auszug mit Quellenangabe lieferte: *Der Naturforscher. Jahrgg. II. S. 204.*

In Spitzbergen überhaupt hat man die Reste von 131 miocänen Pflanzenarten (123 Phanerogamen und 8 Cryptogamen) entdeckt. Unter den Phanerogamen finden sich allein 26 Coniferen (5 Cupressineen, 5 Taxineen, 1 Ephedracee und 17 Abietineen).

Nach Maassgabe der beiden eben erwähnten Vorträge wurde die miocäne Flora Spitzbergens und somit die *Flora fossilis arctica* überhaupt durch die letzte schwedische Expedition um folgende, in ihr noch fehlende, Pflanzen bereichert. *Adiantites Dicksoni* Heer, *Sphenoptaris Blomstrandii* Heer, *Iris Nordenskiöldii* Heer, *Sequoia Nordenskiöldi* Heer, *Thuites Ehrenswärdi* Heer, *Libocedrus Sabiniana* Heer, und *gracilis* Heer, *Pinus cycloptera Sap.*, *P. Loveni* Heer, *P. Dicksoniana* Heer, *Pinus Malmgreni* Heer, eine *Ephedracee*, *Torellia rigida*, *Nordenskiöldii* und *bifida* Heer, *Sorbus grandifolia* Heer, *Nuphar spec.*, *Salsola spec.*, *Viburnum spec.*, *Nyssa Eckmanni* Heer, *Polygonum ottersianum* Heer und *Najas species.*

Schliesslich mögen nun hier noch nachstehende, auf den jetzigen Standpunkt unserer

---

Dies das Wesentliche der ausführlichen Gray'schen Auseinandersetzung.

Göppert (Sitzungsberichte der naturw. Sect., 10 Decbr 1860) nimmt für die Miocän-Periode in den Polarländern ein weit wärmeres Klima an, und dasselbe thut später Heer in seinen Arbeiten über die fossile Flora Islands, Grönlands und Spitzbergens.

Regel (Tentamen Florae ussuriensis, p. 221) weicht von den Ansichten Gray's ab. Er erklärt die in der N. Hemisphäre überall verbreiteten Arten für Reste der Tertiärzeit, als Europa mit Amerika vermittelst der Atlantis zusammenhing. Das Verschwinden der Atlantis könnte Grund für das Fehlen vieler Arten in Ost-Asien sein, welche jetzt in Europa, West-Asien und Nord-Amerika wachsen. Die Ost-Asien und Nord-Amerika allein eigenthümlichen Arten konnten aus Asien oder auch aus Amerika stammen, mussten aber südlicher übergehen, als Aleuten und Kurilen, weil viele derselben schon im Amurlande ihre Nordgrenze erreichen, also nicht nördlicher übergegangen sein konnten Existirte aber eine so südliche Landverbindung nicht, so müssen auch diese Arten als Tertiärarten angesehen werden, die im Norden ausgestorben sind.

F. Schmidt, Fl. Sachalin. p. 96. stützt die Dana- und Gray'sche Ansicht so:

Um's ganze nördliche Stille Meer zieht sich eine Zone alttertiärer Pflanzenreste, in denen sich dieselben Arten wiederfinden. Diese muss der Periode des Zusammenhangs angehört haben. Zugleich mit diesen Schichten kommen anscheinend jüngere Tertiärschichten vor mit einer Meeres-Molluskenfauna, die sich der jetzt dort lebenden sehr eng anschliesst und zum Theil mit ihr identisch ist. Diese gehören der späteren Periode der Senkungen an. Gegenwärtig steigt Sachalin wenigstens, und auch andere asiatische Nordküsten, wieder empor. Schmidt legt aber A. Gray die Ansicht in den Mund, dass beide Continente früher südlich von der Behringstrasse zusammengehangen haben. Dies sagt Gray gerade nicht, wenigstens nicht so scharf. Er sagt nur, dass er sich nicht denken könne, dass dort, wo Mammuthe hinüberwanderten, nicht auch Pflanzen communicirt haben könnten.

Ich bemerke noch, dass meine neuesten Untersuchungen die Zahl der Ost-Asien und Ost-Amerika gemeinschaftlichen Arten und Gattungen noch beständig vermehren, und zwar für Japan, also ein weit südlicheres Land. Freilich sind uns die südlichen Kurilen noch ganz unbekannt.»

Mit den eben gefälligst, mitgetheilten botanischen Bemerkungen meines trefflichen Collegen harmonirt sehr gut, dass der merkwürdige Riesensalamander Japans (*Cryptobranchus japonicus* V. d. Hoev.), welcher passender *maximus* heissen könnte, dem in der tertiären Süsswasserformation von Öningen gefundenen, grossen, berühmten, salamanderartigen Thiere (*Scheuchzer's Homo diluvii testis Philosoph. Transact. 1726 p. 38*; Cuvier *Rech. s. l. ossem. foss.*; *Andrias Scheuchzeri* Tschudi (*Classif. d. Batrachier*) so ähnlich ist, dass nach Van der Hoeven (*Handb. d. Zoologie 2te Ausg. Bd. II. S. 256*) dasselbe zur Gattung *Cryptobranchus* als *Cryptobranchus primigenius* gezogen werden könne.

*

Kenntnisse der miocänen arctischen Flora bezügliche, den Schriften Heers entlehnte Mittheilungen folgen.

Nach Heer (*Flor. p. 51*) hat die *Flora* der gesammten arctischen Zone ein gleichartiges Gepräge, obwohl jede Gegend ihre eigenthümlichen Arten besitzt, was freilich grossen Theils von der noch sehr lückenhaften Kenntniss ihrer fossilen *Flora* herrühren mag.

Was den Reichthum der *arctischen miocänen Flora* an Arten anlangt, so hatte man, als Heer seine *Flora* schrieb, schon allein in den Eisensteinen von Atanekerdluck in Grönland nicht weniger als 76 Baum- und Straucharten entdeckt. Grönland bot demnach zur Miocänzeit eine reichere Waldvegetation als gegenwärtig die ein dem miocänen der arctischen Länder ähnliches Clima bietenden Länder des mittlern Europas (Heer Fl. ib.). Von den in Spitzbergen gefundenen fossilen Pflanzenresten war bereits oben die Rede.

Bei der Abfassung seiner *Flora* waren Heer 162 Arten miocäner Pflanzen der arctischen Zone bekannt. Davon gehören 6 zu den *Zellen-* und 12 zu den *Gefäss-Cryptogamen*, 31 zu den *Gymnospermen*, 14 zu den *Monocotyledonen* und 99 zu den *Dicotyledonen*. Mit Ausnahme von 18 Arten *Incertae sedis* konnte er die übrigen (144) Arten auf nachstehende 40 Familien vertheilen: *Fungi* (6), *Filices* (9), *Equisetaceae* (3), *Cupressineae* (9), *Abietineae* (20), *Taxineae* (2), *Gramineae* (2), *Cyperaceae* (6), *Typhaceae* (2), *Irideae* (1), *Najadeae* (2), *Smilaceae* (1), *Salicineae* (9), *Myriceae* (2), *Betulaceae* (7), *Cupuliferae* (15), *Ulmaceae* (2), *Moreae* (?) (1), *Plataneae* (1) ? *Laurineae* (1), ? *Proteaceae* (4), *Ericaceae* (3), *Ebenaceae* (2), *Gentianeae* (1), *Oleaceae* (1), *Rubiaceae* (1), *Araliaceae* (2), *Ampelideae* (3), *Magnoliaceae* (2), *Acerineae* (1), ? *Büttneriaceae* (3), *Tiliaceae* (1), ? *Myrtaceae* (1), *Rhamneae* (6), *Ilicineae* (2), *Anacardiaceae* (1), *Juglandeae* (4), *Pomaceae* (2), *Amygdaleae* (1), *Papilionaceae* (2), *Incertae sedis* (18).

Zu diesen Familien kamen durch die neusten Entdeckungen der schwedischen Expedition in Spitzbergen im Jahre 1868 hinzu: *Ephedraceae* (1), *Chenopodeaceae* (*Salsola* 1), *Polygonaceae* (1), *Viburneae* (1), *Nymphaeaceae* (2), *Najadeae* (1), *Corneae* (2).

Die aufgeführten Pflanzenfamilien der miocänen Flora des Hochnordens (mit Ausnahme der *Proteaceen*) sind noch jetzt theils in Europa oder in der Nordhälfte Asiens, theils in Nordamerika als charakteristisch repräsentirt, und meist Heimathgenossen des Elens.

Ein weiterer Blick auf diese Pflanzenfamilien lässt die grosse Menge der *Gymnospermen*, namentlich *Abietineen* und *Cupressineen*, dann unter den andern *Dicotyledonen* die ebenfalls nicht unbedeutende Zahl von *Cupuliferen*, *Salicineen* und *Betulaceen* als charakteristisches Zeichen für die *Flora* und gleichzeitige Annäherung an die gegenwärtige *Flora* Europas, der Nordhälfte Asiens und die Nordamerikas hervortreten.

Was die Gattungen anlangt, welche dieser Annäherung ebenfalls entsprechen, so sind die noch in Europa, Nordasien oder Nordamerika, oder in den genannten Ländergebieten gleichzeitig, lebenden, gleichfalls den Hauptbestandtheil der *miocänen Flora* bildenden, bereits oben S. 44 aufgeführt.

Wohl alle miocänen Arten phanerogamer Gewächse sind der jetzigen, den Charakter

einer alpinen bietenden, weit artenärmeren*), baumlosen Polarflora fremd. Die *miocäne Polarflora* bietet überhaupt dieselbe merkwürdige Mischung von Pflanzentypen, die jetzt über verschiedene Welttheile zerstreut sind, wie die *miocäne Flora* Mitteleuropas (Heer Fl. S. 50). Die Zahl der miocänen mit Europa gemeinsamen Arten der *miocänen Flora* Grönlands beträgt bereits 34 (Heer Fl. S. 49). Als mitteleuropäische Typen derselben bezeichnet er (S. 51) *Pteris oeningensis*, *P. Rinkiana*, die *Equiseten*, *Phragmites*, *Sparganium*, *Potamogeton*, *Populus Richardsonii*, *Salix*, *Alnus Kefersteinii*, *Corylus M' Quarrii*, *Fagus Deucalionis*, *Menyanthes*, *Galium* und *Hedera*. Als südeuropäische führt er *Diospyros brachysepala*, *Paliurus*, *Rhus*, *Colutea* und *Prunus Scottii* an. Japanische sind nach ihm *Glyptostrobus*, *Thujopsis* und *Salisburea*. Als asiatische macht er folgende namhaft: die *lederartigen Pappeln*, *Planera Ungeri*, *Betula prisca*, *Juglans acuminata* und auch wohl *Quercus Steenstrupiana*. Als amerikanische nennt er: *Osmunda Heerii*, *Lastraea stiriaca*, die *Taxodien* und *Sequoien*, *Pinus M' Clurii*, *P. Martinsii*, *P. Steenstrupiana*, *P. Ingolfiana*, *Populus Zaddachi*, *Betula macrophylla*, *4 Quercus*, *Ostrya Walkeri*, *Platanus*, *Andromeda protogaea*, *3 Vitis*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Juglans bilinica*, *Tilia Malmgreni* und *Rhamnus Eridani*. Wie in der Miocänflora Europas macht sich also auch in der arctischen das amerikanische Element stark bemerklich.

Die Arten der *hochnordischen Miocänflora* bestehen nach Maassgabe der bisherigen Untersuchungen Heer's, wie schon oben S. 44 angedeutet wurde, aus vielen ihr eigenthümlichen, ferner aus wenigen mit noch lebenden identischen und aus noch andern, zahlreichen, welche nach ihm *(Flor. arct. p. 161)* als noch lebenden homologe oder analoge Formen zu betrachten seien. Da nun aber die wenigen mit lebenden entschieden identischen bereits S. 44 angeführt sind, die von lebenden völlig abweichenden, ausgestorbenen Arten jedoch bei meinen über die muthmaassliche miocänische *Säugethierfauna* des Hochnordens oben angestellten Reflexionen nicht in Betracht kommen, so liefere ich auf Grundlage der Arbeiten Heer's blos das nachstehende Verzeichniss der von ihm als den lebenden homolog oder analog erklärten Arten. Ein solches Verzeichniss konnte aber um so weniger fehlen, da homologe oder analoge Arten den *Floren*, wie den *Faunen*, einen ähnlichen Charakter verleihen, und die hochnordische *miocäne Flora* durch viele als homologe aufgeführte Arten sich den Florengebieten nähert, worin *Elene* und *Renthiere* noch jetzt sich finden oder früher vorkamen.

Fossile Miocänpflanzen.	Lebende homologe Pflanzen.
Pteris oenigensis A. Br.	*Pteris aquilina* L.
Osmunda Heerii Gaud.	*Osmunda spectabilis* W.
Equisetum boreale Heer	*Equisetum hyemale* L.
Taxodium dubium Stb.	*Taxodium distichum* Rich.

*) Auf *Spitzbergen* hat man im Verlaufe von etwa 100 Jahren nur 93 Arten Phanerogamen noch lebender Pflanzen beobachtet, während man im Verlaufe weniger Jahre dort bereits die Reste von 123 miocäner Phanerogamen entdeckte und die Hoffnung hegen darf, deren noch weit mehr aufzufinden

Fossile Miocänpflanzen.	Lebende homologe Pflanzen.
Sequoia Langsdorffii Br.	*Sequoia sempervirens* Lamb.
» *Sternbergii* Göpp.	» *gigantea* Lindl.
Pinus Martinsi Heer	*Pinus serotina* Michx.
» *Mac Clurii* Heer	» *alba* Michx.
» *Steenstrupiana* Heer	» *religiosa* Lindl.
» *Ingolfiana* Steenstrup*)	» *Fraseri* Pursh.
Phragmites oeningensis A. Br.	*Phragmites communis* Trin.
Smilax Franklini Heer	*Smilax excelsa et rotundifolia* L.
Sparganium valdense Heer	*Sparganium ramosum* L.
» *stygium* Heer	» *natans* L.
Potamogetum Nordenskiöldi Heer	*Potamogeton natans* L.
Populus Richardsonii Heer	*Populus tremula* L.
» *Zaddachi* Heer	» *balsamifera* L.
» *sclerophylla* Sap.	» *euphratica* Ol.
Salix macrophylla Heer	*Salix fragilis* L.
Betula macrophylla Göpp.	*Betula excelsa* Ait.
» *prisca* Ett.	» *Rojpoltra* Wall.
Carpinus grandis Ung.	*Carpinus betulus* L.
Ostrya Walkeri Heer	*Ostrya virginica* L.
Corylus Mac Quarrii Forb.	*Corylus avellana* L.
Fagus Deucalionis Ung.	*Fagus sylvatica* L.
Quercus Drymeja Ung.	*Quercus Sartorii* Liebm.
» *furcinervis* Rossm.	» *lancifolia* Schl.
» *groenlandica* Heer	» *Prinus* L.
» *Steenstrupiana* Heer	» *densiflora* Hook.
Planera Ungeri Ett.	*Planera Richardi.*
Andromeda protogaea Ung.	*Andromeda (Pieris) elliptica* Sieb.
Diospyros brachysepala A. Br.	*Diospyros Lotus* L.
Menyanthes arctica Heer	*Menyanthes trifoliata* L.
Fraxinus denticulata Heer	*Fraxinus oxyphylla* M. B.
Galium antiquum Heer	*Galium palustre* L.
Hedera Mac Clurii Heer	*Hedera Helix* L.
Cornus ferox Ung.	*Cornus sanguinea?* L.
Vitis islandica Heer	*Vitis vulpina* L.
» *Olriki* Heer	» *cordifolia* Michx.
Magnolia Inglefieldi Heer	*Magnolia grandiflora* L.

*) *Salisburea adiantoides* Ung., die Heer als zweifelhafte, wohl mit *S. adiantifolia* zu vereinende Art ansieht, wie schon oben bemerkt, habe ich aus der Zahl der homologen Arten ausgeschlossen.

Fossile Miocänpflanzen.	Lebende homologe Pflanzen.
Liriodendrum Procaccini Ung.	*Liriodendrum tulipifera* L.
Tilia Malmgreni Heer	*Tilia americana* L.
Paliurus Colombi Heer	*Paliurus australis* L.
Rhamnus Eridani Ung.	*Rhamnus carolinensis* Walt.
» *brevifolius* A. Br.	» *tetragonus* L.
» *Gaudini* Heer	» *grandifolius* Fisch.
Rhus Brunneri Heer	*Rhus coriaria* L.
Juglans acuminata A. Br.	*Juglans regia* L.
» *bilinica* Ung.	» *nigra* L.
Crataegus antiqua Heer	*Crataegus tomentosa* L.
Prunus Scottii Heer	*Prunus lusitanica* L.
Colutea Salteri Heer	*Colutea arborescens* L.

Heer's am 23. August 1869 in der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft gehaltener Vortrag liefert zu diesem Verzeichniss folgende Ergänzungen:

Equisetum arcticum Heer	*Equisetum limosum.*
Sorbus grandifolia Heer	*Sorbus Aria* L. W.
Juglans spec Heer	*Juglans alba* W.

Da, wie bereits Göppert und Lesquereux zeigten (siehe oben), es Pflanzenarten giebt, die von der Tertiärzeit an bis jetzt vorhanden sind, da ferner O. Heer, wie gleichfalls schon oben und S. 44 bemerkt wurde, unter den miocänen arctischen Pflanzen einige noch lebende aufführt, so dürften wohl in Zukunft, wenn bessere und umfassendere Materialien vorliegen werden, so manche der oben als den lebenden blos homologe oder analoge angesehene Arten der hochnordischen Miocänflora mit noch jetzt lebenden sich identifiziren lassen. Man sollte meinen, dass, wenn sich überhaupt Arten aus der Miocänzeit des Hochnordens, in Folge ihrer Ansiedelung in anderen, südlichern Gegenden, erhielten, dies nothwendigerweise nur von sehr wenigen gelten könnte. Eine grosse Zahl ganz eigenthümlicher, besonders nicht accommodationsfähiger, Arten der Miocänzeit sind wohl untergegangen. Gar manche, selbst viele, variabele Arten derselben könnten indessen auch, in Folge der durch allmähliche Erkältung des Hochnordens veranlassten Ansiedelung in andern terrestrisch oder climatisch modifirten (südlichern) Wohngebieten sich etwas transformirt haben und in Folge davon zu scheinbaren (homologen) Arten geworden sein. Abgesehen davon, dass manchen der aufgestellten fossilen Arten unvollständige Reste als Grundlage dienen.

Heer hat in seinem oben citirten Vortrage: *Ueber die neusten Entdeckungen im hohen Norden S. 10* eine schwungvolle Schilderung des allgemeinen Characters der *Flora Grönlands* zur Miocänzeit mitgetheilt, die uns ein anschauliches Bild derselben liefert, welches auch auf die, ihr ähnliche, *miocäne Flora Spitzbergens* Anwendung findet. Wir können uns daher schiesslich nicht versagen, dieselbe hier fast wörtlich mitzutheilen.

«Zur Zeit als die Sandsteine abgelagert wurden, welche die freundlichen Hügel unserer

Umgebungen (d. h. Zürch's) bilden, muss im hohen Norden ein ausgedehntes Festland bestanden haben. Man hat diese Zeit die miocäne oder auch allgemeiner die tertiäre genannt. Damals war bei uns ein subtropisches Klima. In den immergrünen Lorberwäldern und Palmenhainen lebte eine reiche Thierwelt, nach Typen gestaltet, wie wir sie nur noch in der warmen und heissen Zone antreffen. Nach Norden zu veränderte sich zwar das Kleid der Erde, doch tritt uns in Grönland noch selbst bei 70° n. B. eine Flora entgegen, die nach ihrem climatischen Character mit der von Norditalien verglichen werden kann. Wir erfahren aus derselben, dass in der Gegend der Discoinsel und von Atanekerdluk ein Süsswassersee war, an dessen morastigem Ufer sich mächtige Torflager gebildet haben. Aus diesen sind später die Kohlenlager entstanden, welche jetzt dort längs des Meeresufers auftreten. In unseren Sümpfen und Mooren sehen wir nicht selten eisenhaltiges Wasser, welches den Boden mit einer braunrothen Rinde überzieht. Solches floss auch den alten Morästen Grönlands zu. Das Eisen schlug sich nieder und umhüllte die Pflanzen; welche ins Wasser gefallen waren und dann auch von ihrer Seite zur Fällung und Fixirung des Eisens beitrugen. So sind allmählich (auch in Grönland) Eisensteine mit vielen Pflanzenabdrücken entstanden. Wir sehen aus den letztern dass Riedgräser (*Carices*) und Schilfrohr (*Phragmites*) die Sumpfmoore bekleideten, dass aber auch Sumpfcypressen (*Taxodien*) und Wasserfichten (*Glyptostroben*), ferner *Birken*, *Erlen* und *Pappeln* über demselben sich ausbreiteten, denn ihre Reste sind in Menge von Eisen umschlossen. Der Fieberklee (*Menyanthes arctica*) stand offenbar im Moore selbst, wie sein Vetter unsere Moorgründe mit seinen zierlichen Blumen schmückt, während die *Igelkolben* (*Sparganien*), deren Früchte wir aus diesen Steinen hervorzogen, einst ihre stachlichen Köpfe aus dem Wasser emporstreckten. — Die Bäche brachten Blätter aus andern Localitäten herbei und schwemmten dieselben aus dem Urwalde in das eisenhaltige Terrain, weshalb auch dieser in den Abdrücken der Eisensteine sich spiegelt.

Treten wir in diesen Urwald ein, so begegnet uns ein wunderbarer Reichthum an Baum- und Straucharten, von denen wir 95 verschiedene Formen unterscheiden können. Wir sehen da zunächst einen mächtigen Nadelholzbaum (*Sequoia Langsdorffii*), der in der Tracht mit unserer Eibe (*Taxus*) verglichen werden kann, aber zu den sogenannten *Mammuthbäumen* gehört. Die beblätterten Zweige dieses Baumes sind so häufig, dass fast jedes (mir vorliegende) Steinstück einzelne Reste desselben enthält und die Blüthen, Früchte und Saamen, die wir aus dem Stein herausklopften, uns den ganzen Baum wiederherstellen lassen. Er ist begleitet von zwei verwandten Arten, wovon eine (*Sequoia Couttsiae*) in ihrer Zweig- und Blattbildung lebhaft an den riesenhaften *Mammuthsbaum* Californiens (*Sequoia gigantea*) erinnert. Eine andere Tracht hatte ein Lebensbaum und der *Ginko* (*Salisburea*), der durch seine farnähnlichen Blätter so sehr von den übrigen Nadelhölzern abweicht.

Ueberaus zahlreich sind die Laubbäume vertreten. Während wir jetzt in unsern Wäldern nur 2 *Eichenarten* sehen, enthielt Nordgrönland deren 9 und von diesen müssen 4 immergrüne Blätter gehabt haben, wie die italienische Eiche. Zwei *Buchenarten*, ein *Kastanienbaum*, *zwei Platanen* und *drei Nussbäume* (*Juglans*) dieses Urwaldes erinnern an all-

bekannte Baumtypen. Aber auch die amerikanischen *Magnolien*, *Sassafras*- und *Amberbäume* hatten hier ihre Repräsentanten und die *Ebenholzbäume* (*Diospyros*) sind in zwei Arten ausgeprägt.

Die *Haselnuss* und der *Sumach*, der *Kreuzdorn* und die *Stechpalme*, der *Schneeball* und *Weissdorn* haben wahrscheinlich das Strauchwerk am Rande des Waldes gebildet, während die *Weinreben*, der *Epheu* und die *Sassaparille* ohne Zweifel an den Bäumen des Urwaldes emporrankten und sie mit grünen Guirlanden umzogen. Im Schatten des Waldes aber wucherten zahlreiche *Farrn*, die mit ihrem zierlichen Blattwerk den Boden bekleideten.»

ANHANG II.

Einige Worte über fossile miocäne Insektenreste des Hochnordens.

Obgleich wir aus der miocänen Insektenfauna des Hochnordens erst einzelne Bruchstücke durch O. Heer's ausgezeichnete Bemühungen kennen, so scheint es mir doch nicht überflüssig, das darüber aus verschiedenen seiner Schriften über die arctische Miocänflora bekannt gewordene, freilich nur sehr wenige, als vorläufige Angaben hier mitzutheilen, da dieselben im Betreff der von mir im Capitel VII vorgetragenen Ansichten über die muthmassliche Beschaffenheit der Miocänfauna des Hochnordens vom Belang erscheinen.

Bereits in seiner *Flora fossilis arctica. Zürch 1868, p. 129—30* beschrieb O. Heer vier Arten neuer fossiler Insekten aus Grönland, namentlich zwei *Coleopteren* (*Trogosita insignis. Taf. L. Fig. 12* und *12*^{b} und *Chrysomelites Fabricii Taf. XIX. Fig. 13.* u. *14*), eine *Orthoptere* (*Blattidium fragile. Taf. L. Fig. 13* und *13*^{b}) und eine *Rhynchote* (*Pentatoma boreale. Taf. XIX. Fig. 15* u. *15*^{b}).

In dem am 29sten Januar 1869 auf dem Rathhause zu Zürch von ihm gehaltenen Vortrage: «*Ueber die neusten Entdeckungen im hohen Norden. Zürch* b. *Schulthess 1869. 8.*» finden sich auf S. 11 folgende, kurze von ihm beiläufig, bei Gelegenheit der Schilderung der miocänen Flora Grönlands unter dem 70° n. B., gemachte Mittheilungen. «Insekten, welche den Wald belebten, sind keineswegs völlig verloren gegangen. Auch von ihnen sind einzelne Abbilder auf uns gekommen und erzählen uns, dass kleine *Blattkäfer* und *Cistelen* auf den Zweigen sich sonnten, dass grosse *Trogositen* die Rinden der Bäume durchbohrten, während zierliche, kleine *Cicaden* durch das Gras hüpften!»

An einem andern Orte, in einer der Versammlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft am 23sten August 1869, also später, gemachten Mittheilung (*Biblioth. univ. et Revue suisse. Archiv d. sc. phys. et natur. nouv. pér. T. XXXVI. 15 Déc. 1869, p. 297*) berichtet O. Heer: «Er habe unter den auf der Bäreninsel und Spitzbergen von Malmgren, Nordenskiöld und Nauerhoff im Jahre 1868 gesammelten, zahlreichen, ihm zugesandten, fossilen Pflanzenresten die Reste von 22 Arten von Insekten entdeckt. Alle Arten,

mit Ausnahme einer einzigen, gehörten zur Ordnung der *Coleopteren*, wovon man bisher in Spitzbergen noch keine einzige lebende Art entdeckte. Zwei der fraglichen *Coleopteren* waren *Wasserkäfer*. Zwei andere lebten vermuthlich auf Sumpfpflanzen. Unter den übrigen machten sich zwei grosse Formen (taupins) bemerklich, die ohne Zweifel Waldbewohner waren.»

Nach meiner Ansicht deuten die vier bestimmten, oben erwähnten Insekten der *Flora fossilis arctica* O. Heer's darauf hin, dass die Insekten der Miocänfauna des Hochnordens solchen Formen angehörten, die in Europa, Nordasien und Nordamerika durch dieselben Gattungen (wie *Trogosita* und *Pentatoma*) oder durch den lebenden ähnliche Gattungen und Arten wie *Chrysomelites Fabricii* und *Blattidium fragile* noch gegenwärtig repräsentirt werden. Ein solches Verhältniss passt sehr gut zur Ansicht, dass die gegenwärtige nordasiatische und europäische, so wie die nordamerikanische *Flora* und *Fauna* zur Tertiärzeit weit nördlicher sich fanden, in Folge der allmählichen Erkaltung des Nordens aber theils ausstarben, theils, mit einigen Ausnahmen (z. B. des *Renthiers* und *Eisfuchses*), in südlichern Gegenden sich nach und nach ansiedelten, wo sie, nach Verlust vieler, nicht accomodationsfähigen, Glieder, die in Bezug auf die Zahl der Gattungen und Arten in fortwährender Verkümmerung begriffenen *Faunen* oder *Floren* der Gegenwart bildeten und gleichzeitig einen Ersatz für die an ihren neuen Wohnorten ausgestorbenen Glieder der südlichern miocänen Floren und Faunen lieferten.

Zusätze.

Zu Seite 13.

Im Kaiserlichen Jagdpavillon zu Lissino findet sich das sehr grosse Geweih eines im St. Petersburger Gouvernement noch vor wenigen Jahren erlegten Elens. Der von dem Präparanten Pertschertski unter Aufsicht des Conservators Vosnessenski angefertigten und mir mitgetheilten Zeichnungen desselben zufolge gehört dasselbe zum Typus der Geweihe, deren Augensprosstheil vom Hintertheil (wie auf unserer Taf. I. Fig. 1 und Fig. 12) gar nicht gesondert ist. Es zeigt demnach enorme, rein schaufelförmige, Geweihstangen, deren grösste Breite 1 Arschin 4 Werschok, deren Höhe aber über 1 Arschin beträgt. Die eine der Geweihstangen bietet 13, die andere nur 11 auf einem mässigen, einfachen Bogenrande stehende Zinken. Es nähert sich nach Maassgabe der Gestalt seiner Geweihstangen und Zahl der Zinken der auf unserer Fig. 16. Taf. I abgebildeten, von einem lebendem Thier herrührenden, ebenso wie, ja noch mehr, der auf Tafel II. Fig. 10 dargestellten fossilen Geweihstange, nur sind die hintern Zinken bei letzterer viel kürzer als beim Lissinoer Geweih.

Zu Seite 18.

Bei Gelegenheit der Angabe der in Preussen gefundenen fossilen Elengeweihe entging

mir die Schrift von J. Szafarkiewicz, *Los przedpot etc.* (i. e. *Alces fossilis prope Krzeslice repertus, descr. et ic. illustratus) Poznan 1863. 4 c. 3 tab. aen.*, worin ein bei Krzeslice in der Provinz Posen ausgegrabenes fossiles Geweih beschrieben wird.

Es sind ferner nachstehende Bemerkungen Virchow's aus dem *Sitzungsbericht der Gesellschaft naturf. Freunde z. Berlin v. 19. October 1869 S. 32* nachzutragen: «Vom Elenthier (*Cervus alces*) kommen in unseren Torfmooren sehr zahlreiche und ausgezeichnete Ueberreste vor; obwohl die alten Geschichtsschreiber aus Pommern und der Mark nichts mehr von dem Vorkommen dieses Thieres erwähnen. Von um so grösserem Interesse ist es, dass sich bearbeitete Geweihstücke vom *Elen* in dem Wallberge von Garz bei Cammin (in Pommern) fanden. Auch aus den Pfahlbauten des Soldiner Sees habe er Knochen des Elens erhalten. Ein bearbeitetes Geweihstück von da misst dicht über der Rose 18 Cent. im Umfang.»

Zu Seite 70.

Auf Seite 74 (Anmerkung) wurden von Asa Gray gelegentlich die Bemerkungen Lesquereux's über das Klima der Vankouver's-Insel erwähnt. Es scheint mir daher zur Vervollständigung der S. 70 fg. gemachten historischen Angaben über den Nachweis einer *miocänen Flora* des Hochnordens auch nöthig des Antheils zu erwähnen, den Lesquereux daran hatte. Derselbe publicirte nämlich (*The american Journal of Science and arts conducted by* Silliman *and* Dana *etc. sec. ser. Vol. XXVII, May 1859, p. 359 sqq.*) einen Aufsatz unter dem Titel: *On some Fossil Plants of Recent Formations*, worin er 14 Arten von J. Evans auf der Vancouver-Insel bei Nanaimo gesammelte Pflanzen als neu beschreibt und noch von mehrern andern, eben daher stammenden, jedoch in weniger gut erhaltenen Exemplaren vorgelegenen, spricht. Seite 365 sagt er dann: die miocäne Flora des Oregongebietes und der Vancouver-Insel wiese deutlich auf ein zur Zeit ihres Bestehens tropisches Clima hin.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN

der auf Tafel I dargestellten Geweihe vom lebenden europäisch-asiatischen Elen.

Figur 1. Das nach Kaup (*N. Jahrb. f. Miner. Jahrgg. 1840 Taf. IV*) copirte Geweih eines alten Elens.

Figur 2. Das Geweih eines jüngern Elens; Original-Abbildung eines im Museum befindlichen vom Hrn. Haeuser erhaltenen Exemplares.

Figur 3. Ein von Figur 2 abweichendes Geweih eines jüngern Thieres nach einem Exemplar desselben Museums.

Figur 4. Ein im Kaiserlichen St. Petersburger Berg-Institute befindliches Geweih eines alten Elens.

Figur 5. Ein erster Geweihspross des Elens aus Blasiu's *Fauna* copirt.

Figur 6. Ein junger, einfach gegabelter Geweihstock.

Figur 7. Der Geweihstock eines jungen Elengeweihs mit einfachem Augenspross und gegabeltem Hinter- oder eigentlichem Geweihtheil nach einem Exemplar des Akademischen Museums.

Der obere Spross kann bei andern solcher Formen sich spalten wie bei B.

Figur 8. Ein der Figur 7 ähnlicher Geweihstock, dessen Endspross jedoch nur einfach gespalten ist, aus Blasius a. a. O.

Figur 9. Der Geweihstock eines jüngern Elens, dessen Augenspross und Endtheil am Grunde erweitert und nur an der Spitze gespalten sind; Originalfigur.

Figur 10. Ein ähnlicher, jedoch am Ende dreitheiliger Geweihstock (Copie aus Blasius).

Figur 11. Ein durch tiefe Spaltung seines Endtheils und gleichzeitig nur am Ende gespaltenen, stark gesonderten, Augensprosstheil ausgezeichneter Geweihstock der Akademischen Sammlung.

Figur 12. Ein jüngerer schaufelartiger Geweihstock mit verschmolzenem Augensprosstheil aus dem Akademischen Museums.

Figur 13. Der Geweihstock eines Elens von mittlerem Alter, dessen Augenspross gesondert und gespalten ist, während der schaufelartige Endtheil unten zwei sehr lange Zinken bietet. Nach einem vom Hrn. v. Helmersen geschenkten Original der Sammlung der Akademie.

Figur 14. Der zu den echt schaufelförmigen gehörige Geweihstock eines Elens aus Blasius.

Figur 15. Ein nach Pusch (*N. Jahrb. f. Miner. 1840 Taf. III*, *Fig. 5*) copirter, durch seinen breiten, noch deutlich gesonderten Augenspross ausgezeichneter schaufeltragender Geweihstock.

Figur 16. Ein ebendaher Taf. III, A. Fig. 4 entlehnter, eine einfache Schaufel mit verschmolzenem Augensprosstheil bietender Geweihstock eines alten Individuums.

Erklärung der Abbildungen der auf Tafel II dargestellten fossilen Elengeweihe.

Figur 1. Das in der Warschauer Sammlung vorhandene Geweih eines alten Elens aus Pusch (*N. Jahrb. f. Miner. Jahrg. 1840 Taf. III A. Fig. 1*).

Figur 2. Das Geweih eines jüngern Elens nach einem Exemplar des Kais. Berg-Institutes.

Figur 3. Ein ähnliches nach einem Exemplar der Sammlung der Kais. Mineralogischen Gesellschaft.

Figur 4. Das Geweih eines alten Individuums (des vermeintlichen *Cervus s. Alces savinus* Fisch.) von vorn, nach G. Fischer v. Waldheim, *Oryctogr. d. Moscou III. c.*

Figur 5. Dasselbe von hinten nach Rouill. *Étud. pal.* in G. Fisch. *Jubil. semiseculare.*

Figur 6. Copie des Geweihes des Rouillier'schen vermeintlichen *Alces resupinatus* ebendaher.

Figur 7. Der im Akademischen Museum befindliche Geweihstock eines jungen Elens aus dem Altai; ein Geschenk des Hrn. v. Tchichatschef.

Figur 8. Der aus Hrn. v. Meyer's Abh. *Nov. Act. Acad. Caes. Leop. T. XVI Taf. XXXVII* copirte, in der Würzburger Sammlung befindliche, Geweihstock.

Figur 9. Ein ebenfalls H. v. Meyer a. a, O. Tab. XXXIII entlehnter, in der Lombardei gefundener Geweihstock.

Figur 10. Ein aus Irland stammender Geweihstock des Leydener Museums, ebenfalls aus H. v. Meyer's *Abhandlung Tab. XXXII*, *Fig. 2.*

Figur 11. Ein Geweihstock des Darmstädter Museums aus Kaup (*N. Jahrb. f. Miner. Jahrg. 1840. Taf. IV*, *Fig. 6*) copirt.

Figur 12. Ein grosser, aus Polen stammender, im Museum der Kais. Akademie der Wissenschaften aufbewahrter, Geweihstock.

Erklärung der auf das amerikanische Elen bezüglichen Abbildungen der Geweihe auf Tafel III.

Figur 1. Die Hirnkapsel mit dem Geweih eines sehr alten Individuums des Museums der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, $^1/_{10}$ nat. Grösse.

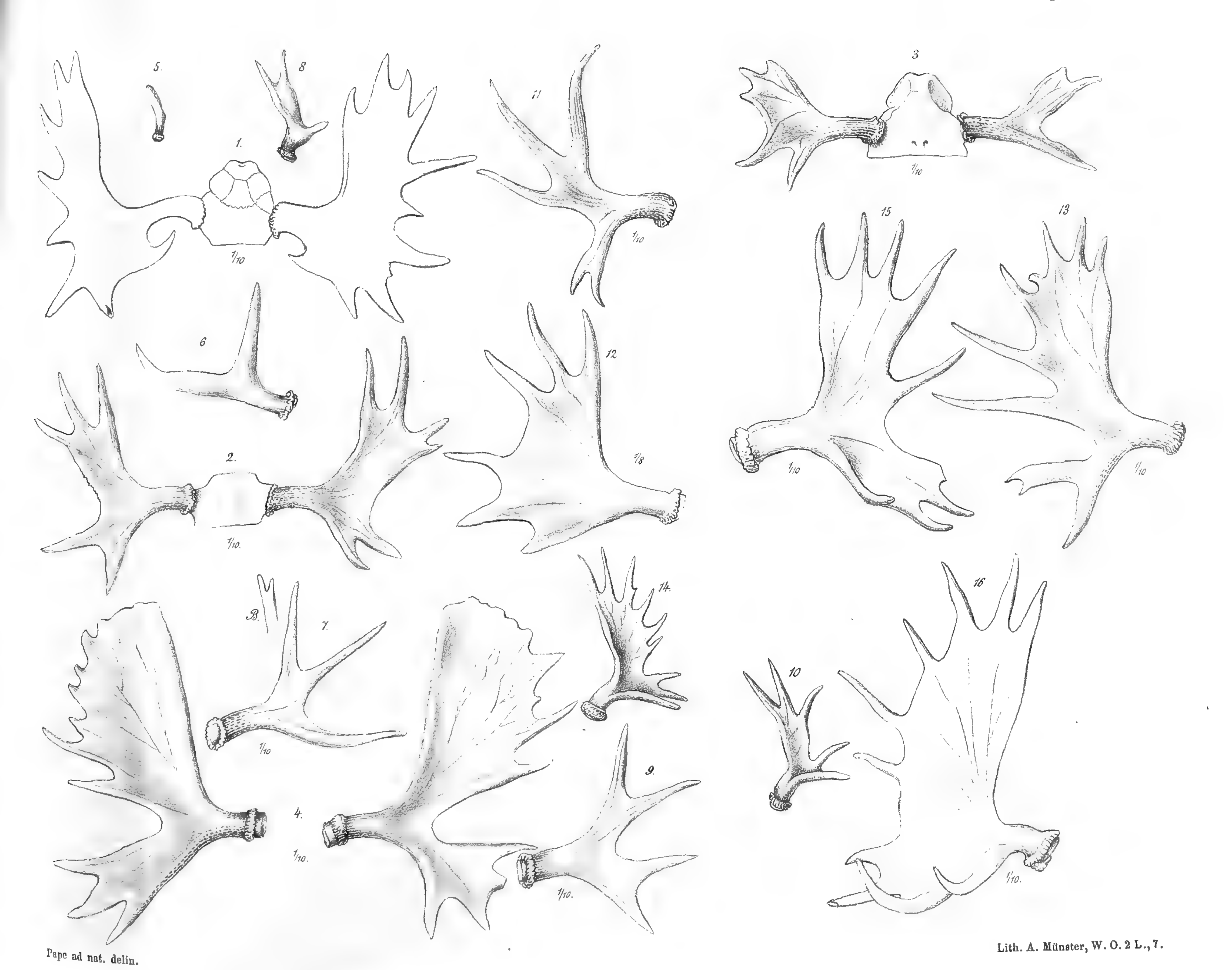
Figur 2. Das Geweih des vom Prinzen Maximilian von Neuwied erhaltenen, ebenfalls im Museum der Akademie befindlichen, einem jüngern Thier angehörigen Balges eines amerikanischen Elens.

Figur 3, 5, 7, 8, 9 und 10. Copien verschiedener canadischer Geweihschaufeln aus Cuvier, *Recherch. s. l. oss. fossiles Pl. 165.*

Figur 4 und 6. Verkleinerte Geweihcopien aus Baird.



Pape ad nat. delin.



Pape ad nat. delin.

Lith. A. Münster, W. O. 2 L., 7.



Pape ad nat. delin.

Lith. A. Münster, W. O. 2 L., 7.



Pape ad nat. delin.

Lith. A. Münster, W. O. 2 L., 7.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE
Tome XVI, N° 6.

UEBER

RHIZOSTOMA CUVIERI LMK.

EIN BEITRAG ZUR MORPHOLOGIE DER VIELMÜNDIGEN MEDUSEN.

VON

Dr. **Alexander Brandt.**

(Mit 1 Tafel.)

Présenté le 18 Novembre 1869.

St.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg,	à Riga,	à Leipzig,
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Novembre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Rhizostoma Cuvieri gehört bekanntlich zu denjenigen niederen Thierformen, welche schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Beobachter in hohem Grade fesselten, und wird gegenwärtig selbst in elementaren zoologischen Lehrbüchern und populären Schriften als Repräsentant der vielmündigen Schirmquallen angeführt. Ich ergriff daher mit Freuden die Gelegenheit, welche mir ein Aufenthalt in Neapel im vorigen Jahre bot, mich durch eigene Anschauung mit dem anatomischen Bau dieses Thieres bekannt zu machen.

Der Jahreszeit (Mai) gemäss hatten die Exemplare, welche in meine Hände gelangten, — es waren ihrer im Ganzen 6 oder 7, — zwar schon vollkommen die Gestalt der Ausgewachsenen, entbehrten jedoch der Genitalien und boten eine nur geringe Grösse. Das kleinste unter ihnen war nämlich etwa 8 bis 10, das grösste nicht über 20 Centim. hoch. Derartige jüngere Individuen haben bisher von den Forschern nicht die gehörige Berücksichtigung gefunden, offenbar, weil man die grösseren zu anatomischen Untersuchungen für geeigneter hielt. Dank diesem Umstande war ich so glücklich an Rhizostoma Reste einer centralen Mundöffnung aufzufinden.

Dieser Befund forderte zu einigen weiteren Untersuchungen des Thieres auf, indem er ein schärferes Licht auf die Morphologie der Rhizostomiden überhaupt zu verbreiten versprach. Er drängte nämlich zu der Auffassung hin, dass diese Thiere ursprünglich genau nach demselben Grundplane wie die typischen Medusen gebaut sind, sich in ihrer Jugend den letzteren vollkommen nähern, und dass die sogenannte Polystomie eine erst im späteren Alter erworbene Eigenthümlichkeit darstellt. Ein nachträgliches Studium der einschlagenden Literatur stützte diese Auffassung und erwies gleichzeitig, dass sie schon früher auf eine sehr bestimmte Weise motivirt worden ist; noch mehr, dass sogar Mundreste bereits an anderen jungen Rhizostomiden nachgewiesen worden sind, wesshalb denn mein wesentlichster Befund durchaus keine neue Entdeckung, sondern blos eine Bestätignng schon bekannter Thatsachen darstellt. Andererseits gelangte ich jedoch zur Ueberzeugung, dass diese naturgemässe Auffassung der Morphologie der Rhizostomiden noch

keineswegs allgemein zur Geltung gelangt, sondern vielmehr nur wenig bekannt ist, und noch die widersprechendsten Ansichten über den Gegenstand herrschen. Die Ursache hiervon liegt zunächst darin, dass eine Mundöffnung bisher nur in zwei Fällen beobachtet und in dem einen derselben sogar falsch gedeutet wurde. Hierzu kommt noch, dass die Mundöffnungen bloss an exotischen, wenig zugänglichen Formen gesehen wurden, während für die europäischen Species, welche bereits durch die Hände zo vieler tüchtigen Forscher gingen, und welche wir gewohnt sind als Repräsentanten der ganzen Gruppe aufzufassen, die entsprechenden Beobachtungen noch fehlten. Eine fernere Ursache, wesshalb die naturgemässe Erklärung der morphologischen Eigenthümlichkeiten der Rhizostomiden nicht allgemeine Anerkennung gefunden hat, dürfte darin bestehen, dass diejenigen morphologischen Thatsachen, welche bereits theoretisch zu ihren Gunsten sprechen, hier und dort in der älteren und neueren Literatur zerstreut sind und man daher ihr Vorhandensein zum grossen Theil übersah. Indem ich unter diesen Umständen die gegenwärtige Abhandlung der Oeffentlichkeit übergebe, hoffe ich immerhin der Sache dienlich zu sein.

Was den Plan der Abhandlung betrifft, so giebt der erste Abschnitt einen geschichtlichen Ueberblick und eine Schilderung des gegenwärtigen Standpunctes des Gegenstandes. Der zweite enthält eine einleitende anatomisch-physiologische Beschreibung von *Rhizostoma*. Im dritten Abschnitt findet man zunächst eine genauere Darstellung des für die Morphologie so wichtigen Gastrovascular-Apparates, über den es mir gelang, einige ergänzende und berichtigende Daten zu sammeln, sowie exactere Abbildungen zu liefern. Hierauf folgt die Beschreibung der zu diesem Apparate in inniger Beziehung stehenden Ueberreste des Mundes. (Der Mangel an literärischen Hülfsmitteln während der Untersuchung, sowie der Umstand, dass es mir erst kurze Zeit vor der Abreise aus Neapel gelang der Rhizostomen habhaft zu werden, mögen hierbei als Entschuldigung für die vielen Lücken in den Untersuchungen dienen.) Der vierte und letzte Abschnitt enthält allgemeine Betrachtungen über die Morphologie des *Rhizostoma Cuvieri* und der Rhizostomiden überhaupt, besonders in Bezug auf die Polystomie derselben.

I.

Geschichtlicher Ueberblick.

Da es nicht in meiner Absicht liegt, eine Monographie von Rhizostoma zu liefern, sondern vielmehr hauptsächlich zur Aufklärung der wesentlichsten morphologischen Eigenthümlichkeit der Rhizostomen im Allgemeinen beizutragen, so dürfte es einerseits überflüssig sein, alles bisher über Rhizostoma Geschriebene hier möglichst vollständig zusammenzustellen; während es andererseits unerlässlich ist, auch das über andere Rhizostomiden Veröffentlichte, insofern es sich auf die allgemeine Morphologie bezieht, zu berücksichtigen[1]. Alle Arbeiten über Rhizostoma, welche bis in den Anfang dieses Jahrhunderts hinein publicirt wurden, sind, nach Maassgabe der gegenwärtigen Anforderungen, blos dürftig zu nennen. Nicht selten benutzten die Verfasser zu ihren Beschreibungen beträchtlich verstümmelte Exemplare. Dieser Missgriff muss unter anderen selbst Cuvier**) zur Last gelegt werden. Wie man aus seiner Abbildung ersieht, fehlten nämlich dem von ihm untersuchten Exemplar die Enden der Arme; daher bezeichnete er als Saugöffnungen des Thieres nur die (von einigen späteren Forschern geläugneten) Oeffnungen auf den gekräuselten Anhängen. Der Gastrovascular-Apparat wurde von ihm blos oberflächlich untersucht, obgleich er hierbei eine scharfsinnige Untersuchungsmethode anwandte, welche nachgeahmt zu werden verdiente. Er injicirte nämlich die Gefässe mit Milch, welche er darauf durch starken Essig zur Gerinnung brachte.

Erst im Jahre 1821 erschien die schon in der Anmerkung citirte Arbeit von Eysenhardt, welche eine Epoche in der Erforschung von Rhizostoma bezeichnet und noch heute eine musterhafte genannt zu werden verdient, wesshalb man nur bedauern kann, dass sie in den neueren Schriften nicht immer die gehörige Berücksichtigung fand. Was die

1) Die ältere Specialliteratur über Rh. Cuvieri lässt sich leicht aus folgenden bekannten Hauptwerken sammeln:

F. W. Eysenhardt. Zur Anat. u. Naturgesch. d. Quallen. Nova Acta Acad. Leop. Car. T. X. P I. 1821. p. 377.

Fr. Eschscholtz. System d. Acalephen. Berlin 1829. 4. p. 42. (Die Beschreibung des Rhizostoma wurde Eysenhardt entlehnt).

J. F. Brandt. Ausführl. Beschr. d. v. Mertens auf seiner Weltumsegelung beob. Schirmquallen. Mém. de l'Acad. de St.-Pét. VI. Sér. Sc. math. et phys. T. IV. 2. P. Sc. nat. T. II. 1838. p. 237.

Lesson. Hist. nat. des Zoophytes. (Suites à Buffon). 1843. p. 411.

2) G. Cuvier. Sur l'organisation de l'animal nommé Méduse. Journ. de Physique, de Chimie, d'Hist. nat. et des arts par Delamétherie. T. XLIX. An. VII (1799), p. 436—440.

Schlussfolgerungen des Verfassers betrifft, so zieht er eine Parallele zwischen dem Bau von Rhizostoma und dem der Siphonophoren, namentlich Rhizosphysa und Physalia. (Rhizophysa hält er hierbei gleich Rhizostoma für ein einfaches Thier, während er von Physalia sagt, dass sie sich den zusammengesetzten Thieren nähere.)[1]) Ferner kommt Eysenhardt, der im Uebrigen die Polystomie von Rhizostoma vollkommen bestätigt, zu der sonderbaren Auffassung, dass dasselbe «ein inwendiges Maul» besitze. Als solches deutet er das (in Wirklichkeit nicht vorhandene) Zusammenfliessen der vier Hauptgefässstämme des Stieles. (Siehe seine Fig. I, a.) und setzt es dem Maule anderer Medusen analog.[2])

Diese Deutung erfuhr bald eine Widerlegung seitens K. E. v. Baer's[3]), welcher in seinem ausgezeichneten Aufsatz über den anatomischen Bau der *Aurelia aurita* sehr treffend bemerkt, dass der Ausdruck «inwendiges Maul» eine *Contradictio in adjecto* darstelle, indem ja das Maul der Thiere diejenige Oeffnung genannt wird, durch welche die innere verdauende Höhle sich nach aussen mündet. Statt dessen schlägt er vor, den Eingang in den Magen nicht Maul, sondern «Schlund» zu benennen[4]). Das Maul der Rhizostomen, meint er, würde durch die Stellen ersetzt werden, durch welche die Nahrung eintritt, wie es scheint, die offenen Mündungen der Gefässe in den Blättern an der Spitze der Saugarme.» — Uebrigens ist das Verdienst v. Baer's nicht etwa in dieser, im Ganzen nur unwesentlichen Berichtigung zu suchen, sondern vielmehr in dem für die damalige Zeit so bewundernswürdigen Scharfsinn, mit welchem er die Morphologie des Rhizostoma auf die der Aurelia zurückführte, so namentlich in seiner Betrachtung, dass die Arme der Aurelien als der Länge nach aufgeschlitzte Saugarme der Rhizostomen angesehen werden können. Obgleich v. Baer auf eine Deutung der hauptsächlichsten morphologischen Eigenthümlichkeit des Rhizostoma, die Abwesenheit eines centralen Mundes, nicht näher eingeht, so kann man dennoch sagen, dass er den Weg zu einem richtigen Verständniss der Organisationseigenthümlichkeiten von Rhizostoma angebahnt hat. Und in der That, es genügte, seine Ideen bloss etwas weiter anszuführen, um zu dem Schlusse zu gelangen, dass diese wesentlichste morphologische Verschiedenheit ohne Zwang auf die bei den Medusiden vorhandenen Verhältnisse sich reduciren lassen: man braucht sich nur die Arme der letzteren in Saugröhren umgewandelt zu denken, welche mit ihren Basen die Mundöffnung ganz schliessen und mit ihrem Canale an einem Ende mit der Magenhöhle, am anderen aber durch vielfache Oeffnungen nach aussen münden.[5]) Man ersieht hieraus, dass schon in den dreissiger Jahren sich eine naturgemässe Auffassung der Morphologie der Rhizostomen

1) l. c. p. 413—418. Die Details können im Original nachgeschlagen werden. Einige darauf bezügliche kritische Bemerkungen findet man bei R. Leuckart. (Ueb. d. Bau d. Physalien und Röhrenquallen in Allgem. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. III. 1851). p. 189.

2) l. c. p. 392 u. 414.

3) Baer. Ueb. Medusa aurita. Meckel's Deutsch. Arch. f. Physiol. VIII. 1823. p. 379.

4) Da v. Baer keine eigenen Untersuchungen über Rhizostoma angestellt hat, so verliess er sich ganz auf Eysenhardt und nahm, gleich ihm, ein Zusammenfliessen der vier Hauptstämme an.

5) J. F. Brandt. l. c. p. 255.

gebildet hatte, obgleich sie freilich noch nicht hinreichend durch Beweise gestützt wurde, ein Umstand, dem es zuzuschreiben sein dürfte, dass sie nicht allerwärts in der Wissenschaft feste Wurzel fassen konnte.

Ganz unabhängig von diesen, in Deutschland und Russland ausgesprochenen Ansichten entstand und erhielt sich in Frankreich längere Zeit hindurch die Lehre Péron's und Le Sueur's, nach welcher die Rhizostomen (gleich den Medusiden) vier Münder auf der unteren Fläche des Schirmes besitzen sollten[1]). Die Oeffnungen, welche hier fälschlich für Münder genommen wurden, führen bekanntlich durchaus nicht in die centrale Leibeshöhle, sondern in vier bloss zu den Seiten dieser Höhle liegende, von ihr jedoch durchaus gesonderte Taschen. Da diese Lehre jedoch bereits sehr bald nach ihrem Entstehen die gebührende Widerlegung fand[2]), so ist sie gegenwärtig nur von historischem Interesse.

Im Jahre 1849 kehrte Huxley[3]) gewissermaassen wieder zu den Auffassungen Eysenhardt's zurück, indem er den Satz aufstellte, die Rhizostomen verhielten sich in Bezug auf ihr Verdauungssystem zu den einmündigen Medusen ähnlich wie die Sertularien zu den Hydren oder die Corallen zu den Actinien (p. 415). Er betrachtet nämlich die feinsten Gefässverzweigungen, welche auf den Kanten und Spitzen der Arme der Rhizostomen nach aussen münden und an ihrer Mündung von zottenähnlichen Fühlfäden umgeben sind, als die Mägen ungeheuer zahlreicher polypenartiger Einzelthiere. Von diesem Gesichtspunkte aus sucht er nun eine Homologie im Bau der Rhizostomiden und Siphonophoren, zunächst Dyphies, festzustellen.

Uebrigens ist Huxley von den bedeutendsten jetzt lebenden Morphologen nicht der einzige, dem die naturgemässe Deutung der Morphologie der Rhizostomiden entging; wir müssen ihm vielmehr einstweilen noch Gegenbaur[4]) an die Seite stellen, der freilich zu einer ganz entgegengesetzten Auffassung hingedrängt wurde. Eigene anatomische Untersuchungen über Rhizostomiden scheint Gegenbaur zwar nicht angestellt zu haben, doch ist seine beiläufige Notiz nichts desto weniger von Interesse, wesshalb ich mir erlaube, sie hier wörtlich zu wiederholen: «Das merkwürdige Verhalten des Gastrovascular-Systemes von Rhizostoma dürfte wohl einer anderen Prüfung bedürfen, wenigstens muss ich bekennen, dass mir die bis jetzt noch überall angenommene «Polystomie» dieser Meduse mit dem allgemeinen Plan der Medusen ebenso wenig in Einklang stehend vorkommt, als es mit dem, was ich bei Cassiopeia gesehen, zu passen scheint. Wenn wir noch an die Entwickelung denken, die nach der Analogie wohl sich ebenso verhalten wird wie bei Cassiopeia, Cephea, Chrysaora, Medusa u. s. w., so erscheint die Polystomie vollends als Para-

---

1) So z. B. bei Lamarck. Hist. nat. d. animaux sans vertèbres. Ire éd. Paris 1816. T. II. p. 515 u. 517. IIde éd. Paris 1840. T. III. p. 181 u. 183.

2) So von Delle Chiaje. Memoire degli animali s. verteb. d. Regno di Napoli. 1823. T. I. Memoria III. p. 77. Atlas (1822). Taf. III, 2 d.

3) Huxley. On the Anatomy and the Affinities of the family of the Medusae. Philosoph. Trans. 1849. T. II. p. 413.

4) Gegenbaur. Versuch eines Systems d. Medusen. Zeitschr. f. w. Zool. T. VIII. 1857. p. 210. Anm.

doxon». Einerseits ersehen wir hieraus, dass Gegenbaur damals die Polystomie so paradox vorkam, dass er selbst an ihrer Existenz zweifeln konnte, obgleich sie doch schon damals eine von den tüchtigsten Gelehrten, wie Réaumur, Cuvier, Milne-Edwards, Huxley u. s. w. längst constatirte Thatsache war. Andererseits halte ich übrigens die Notiz insofern für wichtig, als der Verfasser die Analogien in der Entwickelung der Rhizostomen und anderen Acraspeden als für die Morphologie maasgebend hervorhebt.

Fritz Müller[1]) scheint der Erste gewesen zu sein, welcher sich in neuerer Zeit der naturgemässen, von Baer begründeten Lehre älterer Forscher wieder zuwandte. Er sagt nämlich gelegentlich in einem kleinen Aufsatze Folgendes: «Gegenbaur erklärt die Polystomie der Rhizostomiden für ein mit dem allgemeinen Plane der Medusen unvereinbares Paradoxon und bezweifelt selbst das Factum. Das Factum ist leicht zu constatiren und neuerdings wiederholt, auch von mir, constatirt worden. Auch die Erklärung scheint mir ziemlich auf der Hand zu liegen. Eine temporäre Polystomie, wenn man es so nennen will, kann man leicht bei Hydroidquallen sehen, wenn sich die Ränder eines vielgefalteten vierlappigen Mundsaumes da und dort an einander legen. So wird auch die Polystomie der Rhizostomiden entstehen durch Verwachsung der häutigen Blätter, die die Arme der Phanerocarpen umfassen. Wo die Oeffnungen der Arme die Form langer Spalten haben, die sich oft in riemenförmige Tentakel fortsetzen, wie bei einer Cephea der südbrasilianischen Küste, kann über diese Entstehungsweise kaum ein Zweifel bleiben.»

Hieran lassen sich die für uns besonders wichtigen Beobachtungen von L. Agassiz[2]) anschliessen. Dieselben beziehen sich auf eine nordamerikanische Rhizostomide, die *Polyclonia frondosa.* Agassiz war nämlich so glücklich, eine Anzahl kleiner, an der Oberfläche des Meeres schwimmender, Medusen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser zu entdecken, welche er, gewiss mit Recht, für die Jungen der genannten Species hält, da sie dieselbe Farbe und aussergewöhnliche, für das *Genus Polyclonia* so charakteristische Zahl von Augen hatten. Bei dem kleinsten dieser Medusen war ein weit offenes Maul, wie bei den jungen Aurelien, vorhanden und bestand der ganze Mundapparat aus einem geräumigen, annähernd viereckigen, ganzrandigen Trichter, ohne die geringste Andeutung einer Verlängerung der vier Winkel der Mundöffnung. Bei etwas älteren Exemplaren waren diese Winkel in Lappen oder Tentakel mit offenen, freien Rändern (wie bei Aurelia, Cyanea und Pelagia) ausgezogen. Bei noch mehr entwickelten Individuen, die gleichzeitig auf derselben Untiefe gefangen wurden und sich sonst in nichts von den übrigen unterschieden, waren die Ränder der Tentakel und des Mundes stellenweise verbunden, so dass sie nicht ohne Ruptur ausgebreitet werden konnten. Bei noch älteren Individuen endlich, welche jedoch immerhin nicht über 1 oder 2 Zoll im Durchmesser betrugen, war der Grad der Annäherung der Mundränder so gross, dass nur ein geringer Durchgang zur freien Communication der

1) Fr. Müller. Wiegm. Arch. XXVII. (1861). I. p. 302.

2) L. Agassiz. Contributions to the Natural. Hist. of the U. S. of America. Vol. IV. Boston 1862. 4. p. 132.

Centralcavität mit der Aussenwelt übrig blieb. Auf diese Beobachtungen, sowie eine morphologisch-embryologische Parallele zwischen *Polyclonia frondosa* und *Aurelia flavidula* sich stützend, gründet Agassiz den Satz, dass die Polystomie der Rhizostomiden eine Eigenthümlichkeit secundären Ursprunges sei.

Die Entdeckung einer centralen Mundöffnung bei den Jungen einer Rhizostomide durch Agassiz ist bisher nicht ganz vereinzelt geblieben; denn bald nach diesem Forscher veröffentlichte Semper[1]) eine ähnliche Beobachtung an einer anderen unbestimmten Form von den Philippinen. Die Deutung, welche Semper für seine Beobachtung aufstellt, ist freilich eine der Agassiz'schen diametral entgegengesetzte. Um dem Leser das Nachschlagen zu ersparen, will ich seine ganze Notiz hier wörtlich wiederholen:

«Im flachen Wasser der Riffe, — sagt Semper, — waren zwei sehr hübsche Rhizostomiden das ganze Jahr hindurch gemein. Leider wurde ich an einer eingehenden Untersuchung derselben immer verhindert; aber es gelang mir doch, von der einen dieser Arten sehr junge Exemplare zu fischen, an denen ich mich überzeugt zu haben glaube, dass die Polystomie der Rhizostomen wirklich nicht stattfindet. Dem jungen Thiere fehlen nämlich alle Saugnäpfe, die acht Arme des Stieles schienen allerdings an ihrer Spitze eine Oeffnung zu tragen; da aber diese acht Arme sich erst spät ausbilden, so fehlen den jungen ephyraartigen Larven alle acht Oeffnungen, statt dieser ist ein deutlicher centraler Mund vorhanden. Dass dieser auch bei dem erwachsenen Thiere nicht obliterirt ist, glaube ich aus der Anordnung der Gefässe schliessen zu dürfen, es geht nämlich von der centralen Höhlung aus ein mittlerer Canal an die Unterseite der Scheibe[2]) dorthin, wo zwischen den acht Armen der Mund sein müsste, den ich freilich trotz aller Mühe nie habe nachweisen können. Die Saugnäpfe, welche die Arme des erwachsenen Thieres so zahlreich tragen, sind entschieden ohne Oeffnungen.» Die Thatsache, dass Semper, obgleich er trotz aller Mühe an dem erwachsenen Thiere keinen Mund gefunden hat, dennoch an der Existenz der Polystomie zweifelt, könnte wohl gewissermassen als characteristisch für die gegenwärtigen Vorstellungen über die Morphologie der Rhizostomiden angesehen werden.

Nicht weniger characteristisch dürfte es sein, dass auch Carus[3]), dem der IV. Band des Agassiz'schen Werkes nicht fremd blieb, sich von den darin enthaltenen Auseinandersetzungen wohl nicht überzeugt fand, da er auf Huxley zurückgeht und die Rhizostomen geradezu für Thierstöcke erklärt.

Das Wenige, was neuerdings über die morphologischen Grundeigenthümlichkeiten der Rhizostomiden geäussert wurde, knüpft sich hauptsächlich an die Untersuchungen von Fr.

1) C. Semper. Reisebericht. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIII. (1863). p. 562.

2) Verf. wollte offenbar sagen des Stieles.

3) A. Gerstäcker u. J. V. Carus. Handbuch d. Zool. Bd. II. 1863. p. 548.

Müller und Agassiz an. So machte Haeckel[1]) gelegentlich einige Bemerkungen über die Polystomie der Rhizostomiden und spricht sich entschieden zu Gunsten der, wie er glaubt, zuerst von Fr. Müller entwickelten Ansicht aus. Gleich diesem hat auch er verschiedene Hydromedusen aus der Gruppe der Geryonopsiden beobachtet, deren faltenreicher Mundsaum die «temporäre» Polystomie sehr schön zeigte. In zwei späteren Aufsätzen desselben Verfassers[2]) finden wir weitere Bestätigungen über denselben Gegenstand zerstreut, jedoch nichts wesentlich Neues. Schliesslich hat, in ganz jüngster Zeit Gegenbaur[3]) seine früheren Zweifel an der Existenz der Polystomie fallen lassen und sich den Betrachtungen Agassiz's angeschlossen.

Wirft man nun die Frage nach dem gegenwärtigen Standpunct der Lehre von der Morphologie der Rhizostomiden auf, so muss man gestehen, dass sich die Ansichten noch immer nicht geklärt haben. Zu diesem Schlusse führt mich übrigens nicht blos die soeben gegebene Uebersicht, sondern auch der persönliche Verkehr mit einer ganzen Anzahl von Fachgenossen. Und in der That, neben der Auffassung, welche bereits in der Vorrede als die einzig naturgemässe bezeichnet wurde, sehen wir nicht nur die Deutung der Rhizostomen als Thierstöcke bestehen, sondern sogar Zweifel an der Existenz der Polystomie laut werden.

II.

Allgemeine anatomisch-physiologische Beschreibung des Thieres.

Eine eingehendere Beschreibung des Baues und der Lebenserscheinungen von Rhizostoma liegt nicht im Bereiche dieser Abhandlung. Ich kann mich daher hier bloss auf das Wesentlichste und für die Abrundung, sowie bessere Verständlichkeit des Ganzen Nothwendige beschränken. Was das Nähere betrifft, so verweise ich auf die Specialliteratur, besonders die musterhafte Arbeit Eysenhardt's, sowie gleichsam als Supplement hierzu, auf die treffliche Abbildung von H. Milne-Edwards[4]).

Rhizostoma hat bekanntlich, wie so manche andere Medusen, die allgemeine Gestalt eines Pilzes und besteht aus dem Schirm oder Hut und dem Stiel nebst seinen Armen. Statt einer centralen Mundöffnung besitzt das Thier eine Menge kleiner Oeffnungen,

1) E. Haeckel. Ueb. zwei neue fossile Medusen a. d. Familie d. Rhizostomiden. Leonhard u. Geinitz. N. Jahrb. f. Mineral. 1866. p. 288.

2) E. Haeckel. Ueb. d. Crambessiden, eine neue Medusen-Familie a. d. Rhizostomengruppe. Zeitschr. f. w. Zool. XIX. p. 510.

Derselbe. Ueb. d. fossilen Medusen der Jura-Zeit. Ibid. p. 538.

3) C. Gegenbaur. Grundzüge d. vergl. Anat. 2. Aufl. Leipzig 1870. p. 138.

4) G. Cuvier. Le Règne animal. Édit. illustr. Zoophytes.

welche auf den Armen gelegen sind und zur Aufnahme der freilich nur flüssigen, oder sehr fein vertheilten Speise dienen sollen.

Der Schirm (Umbrella s. Pileus Fig. 1 u. 2 A), das Locomotionsorgan des Thieres, bildet im Zustande der Ruhe annähernd die Form einer Halbkugel; im Moment der grössten Contraction hingegen, wenn sich sein freier Rand rings um den Stiel enger schliesst, bietet er ungefähr $\frac{2}{3}$ einer Kugel von kleinerem Volum. Bei den von mir in einem grossen Glasbehälter beobachteten Thieren contrahirte sich der Rand des Schirmes nicht etwa gleichmässig auf allen Punkten, sondern vielmehr derart, dass er im Moment der grössten Contraction statt eines Ringes, ein gleichseitiges Viereck mit nach innen gebogenen Seiten und vorspringenden Ecken bildete. Beiläufig kann hier erwähnt werden, dass der Schirmrand mit Authomatie begabt ist, da er auch vom Körper abgetrennt, in Seewasser liegend, lange fortfährt sich rhytmisch zu contrahiren; dieselbe Beobachtung lässt sich auch an einzelnen Stücken dieses Randes machen. Die selbständigen Contractionen werden nur allmählich schwächer und schwächer, können jedoch, wenn sie bereits aufgehört haben, durch mechanische Reizung von Neuem angeregt werden. Hiervon handelt übrigens bereits Eysenhardt[1]). Den Schirmrand ausgenommen, zeigen die grösseren Körpertheile des Thieres keine bemerkbaren activen Bewegungen.

An seiner Peripherie ist der Rand sehr verdünnt und in 64 regelmässige, halbrunde Lappen oder Festons zertheilt. Zwischen je 8 derselben sind noch ein Paar kleinere, schmälere Läppchen (Fig. 1) angebracht, welche ihrer Lage nach den Randkörperchen entsprechen.

Der Stiel (*Pedunculus*, *Caudex*, *Truncus* Fig. 1 u. 2 B) hängt mit der unteren Fläche des Schirmes durch vier platte Füsschen (C_1, C_2, C_3, C_4) zusammen, welche im folgenden Abschnitte näher beschrieben werden sollen. Der Stiel selbst stellt ein kurzes, aber dickes Parallelepipedon mit leicht muldenförmig eingebogenen Seiten und abgerundeten Kanten dar. (Im Durchschnitt ist er auf Fig. 4 u. 5 dargestellt.) Die Kanten entsprechen ihrer Lage nach den Füsschen und bilden gleichsam ihre Fortsetzung. Bei normaler Lage ist der Stiel allerwärts von dem Schirme verdeckt; um ihn zu sehen, muss man daher den Schirm nach oben schlagen. (Man vergl. die Fig. 1 u. 2.)

Unten zertheilt sich der Stamm in seine acht Aeste (D), die sogen. Arme, Saugarme oder Mundtentakeln. Dieselben sind an ihrer Basis paarweise näher mit einander verbunden, so dass den vier Kanten des Stieles je zwei der Arme entsprechen. An ihrer Insertion liegen sie einander dicht an, jedoch so, dass mitten zwischen ihnen ein Raum frei bleibt, der von der unteren Fläche des Stieles überwölbt wird. Ihre allgemeine Gestalt kann als dreikantig-prismatisch bezeichnet werden, obgleich sie nach unten zu allmählich sich verjüngen und ihre Kanten, gleich denen des Stieles, bedeutend abgerundet sind. Eine dieser Kanten ist nach innen, die beiden anderen hingegen nach aussen gerichtet. Die Seitenflächen der Arme sind im Ganzen nur leicht concav (Fig. 6); ganz unten wird diese Con-

---

1) l. c. p. 408.

cavität jedoch sehr beträchtlich, da hier die Arme in drei breite, flügelförmige Platten (Fig. 7) auslaufen, welche die Fortsetzung der Kanten bilden. Ausser diesen terminalen Anhängen besitzen die Arme noch andere, die theils der Basis, theils den drei Kanten ansitzen, eine annähernd blattförmige Gestalt bieten und sämmtlich mehr oder weniger vertical gerichtet sind. An jedem Arme lassen sich zwei obere, zwei äussere und ein innerer blattförmiger Anhang unterscheiden. Die oberen (E) stellen zwei sichelförmig-dreieckige, am Grunde einander genäherte Platten dar und sind der Basis der Arme aussen angefügt. Von ihren beiden freien Rändern ist der untere concav und glatt, der obere hingegen convex und gekräuselt. Die beiden äusseren Anhänge (F) haben die Gestalt langer, schmaler Dreiecke. Ihr innerer Rand geht unmittelbar in die entsprechende äussere Kante des Armes über; von den beiden freien Rändern ist der obere, und zugleich kürzeste, concav und glatt, der viel längere, äussere hingegen gekräuselt. Die inneren, den gleichnamigen Kanten der Arme aufsitzenden Anhänge (G) sind schmäler, mehr saumförmig und besitzen nur einen freien, gekräuselten Rand, sind aber dafür bedeutend länger als alle übrigen. Sie setzen sich nämlich bis zur unteren Fläche des Stieles, bei ausgewachsenen Thieren sogar noch weiter, fort. Da ich keine Gelegenheit hatte, ausgewachsene Thiere selbst zu untersuchen, das Verhältniss der inneren blattförmigen Anhänge zur ovalen Schirmfläche jedoch für unsere Betrachtungen von Werth ist, so will ich hier der Schilderung des verdienten Eysenhardt[1]) folgen. Nach oben zu verschmälern sich die in Rede stehenden Anhänge dermaassen, dass sie zu blossen gekräuselten Rändern werden. Auf der unteren Fläche des Stammes convergiren je zwei benachbarte dieser gekräuselten Ränder, so dass aus acht deren vier werden, welche den vier abgerundeten Kanten des Stammes correspondiren. Endlich treffen die vier Ränder im Mittelpunkt der Fläche zusammen, wodurch derselbe erhaben hervortritt. Es entstehen daher zwischen den Rändern vier flache Gruben[2]). Wir werden die kreuzförmig zusammentreffenden Ausläufer der inneren blattförmigen Anhänge im letzten Abschnitt als Ueberreste des Maules weiter zu berücksichtigen haben.

Die flügel- sowohl, als auch die blattförmigen Anhänge der Arme besitzen feine, nach aussen führende Gefässöffnungen, in deren Umgebung auf den krausen Rändern feine, frangenförmige Fühlfäden sitzen.

Die Consistenz des Thieres ist die einer steifen Gallerte und an den dickeren Stellen selbst die eines weichen Knorpels. Der Körper des Thieres ist durchscheinend, von milchweisser Farbe, übrigens mit einem Stich ins Graue, Blaue oder Braune. Die Zacken des Schirmrandes sind stets kornblumenblau, oder bläulich violett gefärbt.

Das Rhizostoma erreicht eine sehr beträchtliche Grösse; so sollen nicht selten Individuen vorkommen, deren Schirm einen Fuss und mehr im Durchmesser beträgt. (Die Worte

---

1) l. c. p. 386.

2) Mit dieser Beschreibung stimmt die von E. Haeckel für das «Mundkreuz» seiner *Crambessa Tagi* (l. c. p. 527. Taf. XXXIX. Fig. 7) gegebene im Wesentlichen gut überein.

Cuvier's[1]): «son ombrelle approche quelquefois de deux pieds de largeur» werden sich wohl auf ein Thier mit in der Fläche ausgebreiteten Schirm beziehen). — Ebenso räthselhaft wie interessant sind die Veränderungen in der Grösse, welche ich wiederholentlich an lebenden Rhizostomen constatirt habe. Im Verlauf von einigen Stunden und besonders über Nacht sah ich sie nämlich so an Volum abnehmen, dass sie gar nicht wiederzuerkennen waren. Ihre Körperform blieb hierbei ganz unverändert, und die Thiere waren noch ganz lebendig. Dass todte Medusen in Folge verschiedener Eingriffe zusammenschrumpfen, ist freilich eine allgemein bekannte Thatsache. Nach v. Baer's Angabe[2]) bemerkte schon Réaumur an Rhizostomen ein Zusammenschrumpfen, wenn er sie in kochendes Wasser legte. «Die schnelle Verkleinerung von *Medusa aurita*, wenn man sie mit kochendem Wasser übergiesst», — fährt v. Baer fort, — «gleicht einem Taschenspielerkunststücke. Auch in Weingeist werden sie kleiner. Man darf daher die so aufgehobenen nicht immer für junge halten. Selbst im Wasser schienen mir die todten immer kleiner als die lebenden, was ich jedoch noch nicht als allgemein gültig ansehen will». Die letzte, hier unterstrichene Beobachtung v. Baer's ist wahrscheinlich der meinigen analog, obgleich sie sich auf todte Individuen bezieht; doch wo wäre die Grenze zwischen Tod und Leben zu ziehen? — — Mit diesen Verschrumpfungen, durch welche die Körperform unverändert bleibt, sind selbstverständlich die so häufig an frei im Meere schwimmenden Thieren vorkommenden Beschädigungen nicht zu verwechseln. Eysenhardt[3]) giebt an, dass er nur sehr selten die drei Flügel an den Enden der Arme gefunden hat, dass dieselben vielmehr wahrscheinlich, wie er sich ausdrückt, durch die Strömung des Wassers abgeschliffen waren; die Saugarme endeten sich in diesem Falle unten stumpf zugerundet. Ich selbst habe ähnliche Beschädigungen wiederholentlich in einem grossen Glasgefäss zu Stande kommen sehen. Alle blattförmigen Anhänge der Tentakel schmolzen gleichsam von aussen ab, indem sie einen fadenziehenden, klebrigen, an ihnen haften bleibenden Schleim absonderten. Wodurch diese Veränderungen bedingt werden, lasse ich dahingestellt sein.

Um die allgemeine Schilderung des Thieres abzuschliessen, erübrigt es noch, in kurzen Zügen die physiologischen Fragen über die Ernährungs- und Fortpflanzungsweise zu berühren.

Da dem erwachsenen Rhizostoma ein Mund fehlt, so nehmen alle Autoren an, dass die Nahrungsaufnahme nur durch die Tentakeln vor sich gehen kann, welche Saugröhren darstellen. Doch auf welchen physikalischen oder mechanischen Grundsätzen diese Aufnahme von statten geht, bleibt dunkel. Man hat hierbei besonders auf die Capillarität der Gefässe der Saugarme hingewiesen. Möglicherweise wirkt auch die Contractilität der Gefässe in den Armen mit — (die Contractilität scheint bisher freilich erst für die Gefässe des Schirmes

---

1) G. Cuvier. Le Règne animal. 1817. T. IV. p. 57.
2) l. c. p. 384.
3) l. c. p. 387.

nachgewiesen zu sein) oder es nehmen die Oscilationen der membranösen Wandungen des Magens durch das rhytmische Zu- und Aufklappen des Schirmes Antheil. Exacte physiologische Experimente haben hierüber zu entscheiden. Ich selbst fand leider bisher nicht die Musse dazu, will jedoch diese Gelegenheit benutzen, die späteren Forscher ganz besonders auf die Nothwendigkeit derartiger Experimente aufmerksam zu machen. Bisher ist selbst das Aufsaugen von Flüssigkeit durch die Arme noch keineswegs eine constatirte Thatsache. Es ist mir unbekannt, worauf Tilesius[1]) seine Angabe gründet, es sei durch Réaumur, Cuvier und Eysenhardt ganz unbezweifelt erwiesen, dass die Rhizostomen mit ihren acht Armen ziemlich grosse Fische aussaugen. Ich habe nämlich nichts dergleichen bei den genannten Forschern finden können.[2]) Das Aussaugen von Thieren durch die Rhizostomen gehört daher wahrscheinlich bloss ins Reich der Muthmaassungen. In der Centralhöhle des Gastrovascular-Systems findet sich gewöhnlich eine geringe Quantität wässeriger, mit gräulichem Schleim untermischter Flüssigkeit. Ausnahmsweise will man übrigens darin grössere Thiere, wie Fische gefunden haben. Blainville[3]) sagt hierüber Folgendes: «J'ai moi-même aussi trouvé quelquefois de petits poissons dans les équorées et même dans des rhizostomes. Mais ces petits animaux avaient-ils été saisis par ces méduses pour leur servir de nourriture, ou ne s'y trouvaient-ils que par accident? Cette dernière opinion est celle de M. Cuvier, du moins pour les rhizostomes, qui lui paraissent puiser leur nourriture par des espèces de suçoirs, comme nous l'avons dit plus haut.» Ich sehe mich veranlasst, diese merkwürdige Beobachtung der Verantwortlichkeit des Verfassers zu überlassen, kann jedoch meinerseits einen eigenen Fall anführen, wo sich in der Magenhöhle eines halberwachsenen Exemplars von Rhizostoma ein lebender, junger Portunus holsatus von etwa 6 bis 8 mm. Länge befand. Nach einiger Zeit war derselbe auf eine unbekannte Weise nach aussen gelangt. Ich übernehme es nicht zu entscheiden, wie er in die Centralhöhle des Rhizostoma gelangt war, doch könnte man unter Anderem sehr wohl zulassen, dass er bereits als Larve oder in der frühesten Jugend eingewandert ist und als Parasit lebte, ähnlich den beiden Pinnotheresarten, welche Semper[4]) in den Lungen der *Holothuria scabra* Jäger fand, oder der in Euplectella vorkommenden *Aega spongiophila.*[5])

Es erübrigt noch, einige Worte über die Metamorphose und den Generationswechsel der Rhizostomen zu sagen. Gegenwärtig kann man sich hierüber, Dank den Untersuchungen

---

1) Tilesius. Beitrag zur Naturgesch. d. Medusen. I. Cassiopeae. Nov. Act. Leop. T. XV (1829), p. 260.

2) Es wurde von mir, ausser den citirten Arbeiten von Cuvier und Eysenhardt, noch die folgende durchgesehen: Réaumur. Sur les mouvements progress. des Orties de mer. Histoire de l'Acad. des Sc. de Paris. Année 1710 (1712), p. 478. Ein zweiter Aufsatz von Cuvier, welcher im Bull. de la Soc. philomatique de Paris. T. II. (1799), p. 69 gedruckt ist, konnte leider nicht aufgetrieben werden.

3) Blainville. Médusaires. Dictionnaire des Sc. nat. 8. T. XXIX. 1823. p. 398.

4) C. Semper. Reisen im Archipel d. Philippinen. 4. 1867. Th. II. Bd. I. p. 96.

5) Bei dieser Gelegenheit kann auf die zahlreichen Beobachtungen über Crustaceen, welche sich in den sogen. Respirationsäcken und zwischen den Tentakeln verschiedener Medusen parasitisch aufhalten, hingewiesen werden. Die älteren derselben findet man bei J. F. Brandt (l. c. p. 293) zusammengestellt.

von Tomasi, Franzius, Gegenbaur, Semper, Noshin[1] u. A., besonders aber Agassiz, ein deutliches allgemeines Bild machen. Aus dem Ei der Rhizostomiden entsteht ein bewimperter Embryo (Planula). Derselbe schwimmt eine Zeit lang umher, befestigt sich darauf mit dem einen Ende, zieht sich gleichzeitig in die Länge und erhält am freien Körperende einen von Tentakeln umgebenen Mund, verwandelt sich mit anderen Worten in die Hydraform (Scyphostoma). Die ferneren Veränderungen bestehen in dem Auftreten am Scyphostoma einer Anzahl ringförmiger Einschnürungen, an denen Tentakeln sprossen. Hiermit wird das Thier zur Amme (Strobila). Während an derselben von unten neue Segmente nachwachsen, lösen sich die oberen der Reihe nach ab, kehren sich um und stellen die jungen Medusen (Ephyra) dar. Letztere unterscheiden sich noch lange Zeit von den erwachsenen durch ihre bedeutend einfachere Gestalt und Organisation, besonders was die Mundtentakeln anbetrifft. Im Allgemeinen sind also die Entwickelung, Metamorphose und der Generationswechsel in der Gruppe der Rhizostomiden die nämlichen wie bei den Medusiden. Hier wie dort haben wir zweierlei alternirende Generationen, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche als Strobila. Die Details dieses allgemeinen Gemäldes scheinen freilich noch für keinen der Repräsentanten der Rhizostomiden mit aller Genauigkeit verfolgt worden zu sein, und auch für unsere Species bieten sie noch manche Lücken, so namentlich wurde, so viel mir bekannt, ihre Strobila bisher noch nicht beschrieben.

Die Geschlechtsform von Rhizostoma tritt in den europäischen Meeren gegen das Frühjahr auf und wird Anfangs nur von kleineren Exemplaren repräsentirt. Während des Sommers wachsen die Thiere heran, um im Herbst geschlechtsreif zu werden. Darauf verschwinden sie wieder, so dass im Winter gar keine mehr gefunden werden. Es dürfte mithin dieser Jahreszeit das Strobila-Stadium eigenthümlich sein. Rhizostoma durchläuft also seinen vollen Generationscyclus in einem Jahre.

Das Rhizostoma kommt ausser dem Mittelmeer noch in der Nordsee und im Atlantischen Ocean vor. Bisweilen soll man die Thiere schaarenweise von den Strömungen getrieben an der ruhigen Oberfläche des Meeres antreffen.

Einige frühere Systematiker trennten Lamarck's Rhizostoma Cuvieri in mehrere einzelne Arten, und noch in neuester Zeit hält Agassiz die Form des Mittelmeeres für eine von der nordischen verschiedene. Erstere nennt er Rh. pulmo, letztere Rh. Cuvieri. Ich halte es jedoch für erlaubt, hier den am meisten verbreiteten Namen Rh. Cuvieri Lmk. beizubehalten, da ich keine Gelegenheit hatte mir über die Systematik des Thieres eine eigene Anschauung zu bilden.

---

1) N. Noshin Ueb. einen Generationswechsel bei *Geryonia proboscidalis* u. d. Larve von *Rhizostoma Aldrovandi*. Bull. de l'Ac. de St.-Pét. T. VIII. (1865.) Mél. biol. T. V (1866), p. 32.

III.

Beschreibung des Gastrovascular-Apparates des Thieres.

Die Untersuchung des für die Morphologie so wichtigen Gastrovascular-Apparates von Rhizostoma fand ich nicht mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft. Die allgemeine Anordnung der Gefässe ist selbst ohne jegliche Präparation wahrnehmbar, da dieselben sich von der Grundsubstanz des Thieres durch ihre grössere Weisse auszeichnen. Behufs genauerer Untersuchungen wird es nichts desto weniger nöthig zu Injectionen mit farbigen Flüssigkeiten zu greifen. Ich bediente mich zu diesem Zwecke des Carmins oder des Indigos, entweder einfach mit Wasser, oder mit warmer Gelatine. Die Injection lässt sich sehr leicht bewerkstelligen, indem man das Ende eines Saugarmes abschneidet und die Canüle der Spritze in das Lumen des im Arme verlaufenden Gefässes einführt. Diese einfache Methode führte immer zu den erwünschten Resultaten, wenn das Thier nicht zu sehr lädirt war.

Der cölenterische oder Gastrovascular-Apparat von Rhizostoma besteht bekanntlich aus einer centralen Höhle und von ihr ausgehenden Gefässen. Die letzteren verbreiten sich im Schirm, im Stiel und in den Armen. Betrachten wir diese Organe im Einzelnen.

a. Die Centralcavität oder der sogen. Magen (Fig. 1 u. 2a) liegt in dem Raume zwischen dem Schirm, dem Stiel und den dieselben mit einander verbindenden Füsschen (C_1, C_2, C_3, C_4). Diese Füsschen gehören eigentlich dem Schirme an und stellen breite, horizontal comprimirte Platten dar. Sie entspringen von der unteren Fläche des Schirmes dem Centrum näher als der Peripherie in einem gegenseitigen Abstande von 90^0 und sind horizontal nach innen gegen die Körperaxe gekehrt. Ihre peripherischen Enden verschmelzen allmählig ohne scharfe Grenze mit der Substanz des Schirmes, während die centralen sich unter einander und mit der oberen Fläche des Stieles verbinden und gleichzeitig nach unten zu in die Kanten des letzteren continuirlich übergehen (Fig. 1, 2 u. 3). Sie sind nur kurz, doch breit und zwar an den Enden breiter als in der Mitte. Alle vier Füsschen nebst dem Stiel haben, von oben betrachtet, zusammen die Form eines Kreuzes, oder Ordens mit breiter Kreuzungsstelle. Der Raum zwischen diesem Kreuze und der unteren Fläche des Schirmes ist nun gerade derjenige, in welchem die Centralhöhle des Gastrovascular-Apparates liegt. An und für sich ist dieser Raum übrigens keineswegs geschlossen, sondern steht vielmehr mit der Aussenwelt durch vier, annähernd ovale Oeffnungen oder Fenster, welche

zwischen dem Schirm und je zwei benachbarten Füsschen bleiben, in Verbindung. Es sind dies dieselben Oeffnungen, welche, wie schon in der historischen Einleitung erwähnt, von einigen älteren Forschern für Mäuler gehalten wurden. Sie führen jedoch gar nicht in die Centralhöhle, sondern sind von derselben in der Tiefe durch membranöse Wandungen geschieden.

Wenden wir uns nun der genaueren Prüfung der Wandungen der Magenhöhle zu. Ihre Decke wird vom mittleren Theile des Schirmes gebildet und ist kuppelförmig ausgehöhlt. (Fig. 2 u. 3 H.) Da jedoch das Centrum der Decke etwas nach innen vorspringt, so gleicht dieselbe einem Kugelsegment nur annähernd. Sie besitzt einen viereckigen Umriss mit ungefähr gleichen nach innen leicht convexen Seiten und beiderseits abgeschrägten Winkeln. In diesen Winkeln gewahrt man ein seichtes Grübchen. An jede der Seiten lehnt sich vou aussen eine fast nierenförmige Platte (K.) an. Die Ränder derselben sind scharf umschrieben, verdickt; der äussere und innere mit einer seichten Ausrandung versehen. Zwischen beiden Ausrandungen, also in radiärer Richtung, sind die Platten etwas erhaben, im Uebrigen aber vertieft. Die normale Lage dieser Platten ist eine gegen den Horizont geneigte, was auf Fig. 3 nicht wiedergegeben werden konnte, da hier der Schirm platt ausgebreitet liegt. Da die Füsschen des Stieles an den Winkeln der Decke zwischen den vier Platten entspringen, so entsprechen mithin die letzteren den erwähnten ovalen Fenstern und bilden ihren oberen äusseren Rand.

Auf der Vereinigungsstelle der vier Füsschen oder, was dasselbe ist, auf der oberen Fläche des Stieles bemerken wir eine Vertiefung in Form einer rechteckigen Pyramide, oder eines vierkantigen Trichters (L.). Es ist dies der Boden der Centralcavität. Die Seiten desselben sind sämmtlich nach innen convex vorspringend, doch nicht von gleicher Grösse: zwei einander gegenüber liegende sind nämlich etwas länger als die beiden übrigen. Mit den vier Winkeln der pyramidalen Vertiefung hängt je eine Rinne (e′) zusammen, welche auf der oberen Fläche des entsprechenden Füsschens in der Mitte in radiärer Richtung verläuft. Das peripherische Ende jedes dieser Rinnen bildet die unmittelbare Fortsetzung eines der Winkel der Decke der Magenhöhle oder, mit anderen Worten, die Spitzen dieser Winkel biegen auf die obere Fläche der Füsschen um und setzen sich in die Rinnen fort. An den Ecken der pyramidalen Vertiefung angelangt, wenden sich die Rinnen in einem steilen Bogen nach abwärts und communiciren nun mit den Kanten der Pyramide durch Spalten (Fig. 3 u. 4 m′; die Fortsetzung der Rinnen erscheint hier im Durchschnitt sub e).

Nachdem wir die Decke und den Boden der Centralcavität näher kennen gelernt haben, sind noch vier Membranen zu erwähnen, durch welche beide Theile erst zu einem abgeschlossenen Behälter verbunden werden. Diese Membranen sind zwischen den einander entsprechenden Seiten der Decke und des Bodens der Magenhöhle schlaff ausgespannt und setzen sich an den Spitzen der vier Winkel der Decke unmittelbar auf die Lefzen der angrenzenden Rinnen der Füsschen fort. Dieselben sind in zahlreiche Falten gelegt und im Allgemeinen von oben und aussen nach unten und innen gerichtet. Entsprechend den Curva-

turen ihrer Insertionslinien sind sie nach innen eingebogen, woher denn die Centralcavität nur einen Theil des freien Raumes zwischen Schirm, Stiel und Füsschen einnimmt. Hieraus ist ersichtlich, dass die fragliche Cavität die Form einer niedrigen, vierseitigen Pyramide besitzt; ihre Decke bildet die Basis, der Boden die Spitze der Pyramide, während die Rinnen ihre Kanten und die vier Membranen ihre Seitenflächen darstellen. Will man übrigens die sphärische Gestalt der Decke betonen, so mag man die Centralcavität auch mit dem Sector einer Kugel vergleichen.

Dies wäre die Gestalt der Centralcavität im gewöhnlichen, nicht injicirten Zustande. Stellt man jedoch eine forcirte Injection an, so drängen sich die vier Membranen durch die ovalen Fenster zwischen den Füsschen und dem Schirm hervor, und die Cavität bekommt eine linsenförmige Gestalt. Alsdann lagern sich die vorgedrängten Membranen (Fig. 1 a′) auf die nierenförmigen Platten (Fig. 3 K), welche sie ganz verdecken, und erscheinen als rundliche, in vielfache, meridionale Falten gelegte Säcke. Bei einigen der von mir untersuchten Exemplare besassen die Säcke in der Mitte eine mehr oder weniger ausgesprochene Einschnürung, wodurch sie, entsprechend den beiden Hälften der nierenförmigen Platten, gleichsam in zwei Abschnitte getheilt wurden.

Ist die Centralcavität nicht injicirt, und sind mithin die Membranen nach innen gebogen, so gewahrt man zu ihren vier Seiten je eine Höhle, welche von oben und innen durch die Membranen, von oben und aussen durch die nierenförmigen Platten und von unten durch die Füsschen und die obere Fläche des Stieles begrenzt werden. Diese Höhlen communiciren mit der Aussenwelt durch die vielfach erwähnten ovalen Fenster und sind daher, wie selbstverständlich, von Seewasser angefüllt. Eysenhardt hält dieselben, dem Beispiele Gäde's[1]) folgend, der die entsprechenden Säcke bei Aurelia beschrieben hatte, für Respirationswerkzeuge. Der Athmungsprocess soll nämlich auf dem durch das abwechselnde Auf- und Zuklappen des Schirmes bedingten Ein- und Ausströmen von Wasser beruhen. Ohne einen gewissen Gasaustausch zwischen dem Seewasser und der Ernährungsflüssigkeit durch die Membranen hindurch ganz zu leugnen, dürfte man ihm jedoch keine besondere, so zu sagen specifische Wichtigkeit beimessen können. Es scheint daher wohl kaum am Orte, die fraglichen Säcke für besondere differenzirte Athemhöhlen zu nehmen. Da aber in den membranösen Wandungen der Centralhöhle sich beim ausgewachsenen Thiere die Geschlechtsorgane befinden, so ist es vielmeher passend, die Säcke für Geschlechtshöhlen zu halten, wie es bereits in älterer und neuerer Zeit[2]) vorgeschlagen wurde.

b. Das Gefässsystem des Schirmes (Fig. 1) wurde schon recht genügend von früheren Forschern beschrieben und abgebildet, woher ich im Stande bin, bloss einige Details von untergeordnetem Interesse hinzuzufügen. Dessen ungeachtet sei es mir vergönnt, eine zusammenhängende ausführliche Schilderung dieses Gefässsystems zu geben.

---

1) Gäde. Beitr. z. Anat. u. Physiol. d. Medusen etc. Berlin 1816. 8.

2) Rosenthal. Tiedemann's u. Treviranus' Zeitschr. für Physiol. Bd. I, p. 323.

Das fragliche Gefässsystem liegt der unteren Fläche des Schirmes näher, als der oberen und wird bekanntlich aus 16 Radiärcanälen, einem Cirkelcanal, sowie einem peripherischen, feinen Gefässnetze gebildet.

Sämmtliche Radiärcanäle nehmen ihren Ursprung aus der Centralcavität an den Seiten und Winkeln der Decke. Im Allgemeinen sehen sie einander sehr ähnlich, indem sie von oben abgeplattet, also mehr band- als röhrenförmig erscheinen. An ihrer Ursprungsstelle sind sie sämmtlich etwas verengt. Nimmt man jedoch sowohl ihre Gestalt, als auch ihre Lage näher in Augenschein, so gewahrt man dennoch leicht, dass sie unter einander nicht gleich sind. Daher wurden sie bereits vor langer Zeit in acht Haupt- und ebenso viel Nebengefässe eingetheilt, eine Eintheilung, welche darin ihre Berechtigung findet, dass die einen an die Randkörper herantreten, die übrigen jedoch nicht. Noch passender dürfte es erscheinen, mit Haeckel[1]) nicht blos die Endigungen, sondern auch die Uebergangsstellen der Radiärcanäle zu berücksichtigen und mithin statt zwei drei Ordnungen dieser Gefässe anzunehmen, und zwar: 1) vier primäre oder perradiale; 2) vier secundäre oder interradiale, und 3) acht tertiäre oder adradiale. Diese letzteren könnte man, wie Haeckel mit Recht hinzufügt, auch interoculare Gefässe nennen, und dagegen die acht ersteren als oculare Gefässe zusammenfassen, weil sie zu den acht Augen oder Randkörpern laufen; er lässt mithin auch die frühere Eintheilung gelten[2]). Betrachten wir die Canäle dieser Gruppen etwas näher.

Die Radiärcanäle erster Ordnung (Fig. 1, 2 und 3 b) entspringen je einer von den Spitzen der vier Winkel der Magendecke, unmittelbar über dem Anfang der auf den Füsschen verlaufenden Rinnen (Fig. 3, e′), und sind daher kürzer als alle übrigen Canäle. Da sie in derselben verticalen Fläche mit den Hauptgefässen des Stieles liegen, verdienten sie auch wohl als Haupt-Radiärgefässe bezeichnet zu werden. An ihrem Ursprunge, gleich den übrigen verengt, erweitern sie sich allmählig, um sich vor dem Cirkelcanal wieder zu verengen; sie sind mithin lanzetförmig. Ihre Schneidungsstelle mit dem Ringcanal bietet ein Kreuz mit stark ausgebuchteten Kreuzungswinkeln. Jenseits, d. h. ausserhalb des Ringcanals, besitzen sie eine beträchtliche Breite und laufen bis an die Peripherie des Schirmes nach den Randkörperchen fort. Hier angelangt, spalten sie sich in zwei Hauptstämmchen, welche in die beiden kleinen Läppchen zu den Seiten dieser Körperchen eintreten. (Einige Details über ihre Endigung an dieser Stelle findet man bei Eysenhardt[3]).

Die Radiärcanäle zweiter Ordnung (Fig. 1 u. 3 b_2) erscheinen denen der ersten

1) E. Haeckel. Ueb. d. Crambessiden. Zeitschr. f. w. Zool. XIX. (1869), p. 524.

2) L. Agassiz, welcher bekanntlich den einheitlichen Bauplan der Coelenteraten und Echinodermen verficht, theilt die Radiärcanäle der Medusen in ambulacrale und interambulacrale. Von ersteren giebt es stets nur vier, welche zwischen den Geschlechtsorganen, in der Richtung der Mundwinkel und Mundtentakeln liegen, während von den letzteren auch mehr als vier vorhanden sein können, welche, natürlich, zwischen den vorhergehenden gelagert sind. Die ambulacralen entsprechen unseren Canälen erster, die interambulacralen denen zweiter und dritter Ordnung.

3) l. c. p. 399. Fig. XI.

sehr ähnlich. Auch sie sind in der Vierzahl vorhanden; ihre Kreuzung mit dem Ringcanal und ihre Form jenseits dieser Kreuzung, sowie ihre Endigungsweise ist die nämliche, wie bei den Gefässen der vorhergehenden Gruppe. Sie alterniren mit den Canälen erster Ordnung und entspringen aus der Centralcavität auf der Mitte jeder der vier Seiten der Decke, oder, was dasselbe ist, über der Mitte des oberen (inneren) Randes der nierenförmigen Platten (K), da, wo dieser Rand eine leichte Ausschweifung besitzt. Dank dieser Ursprungsstelle sind diese Radiärcanäle länger als alle übrigen. In ihrem Verlaufe gegen den Ringcanal hin erweitern sie sich viel gleichmässiger als die vorhergehenden und sind daher eher band- als lanzetförmig zu nennen. — Die acht Gefässe, welche zu den Radiärcanälen dritter Ordnung (Fig. 1 u. 3 b_3) gehören, sind je eines zwischen den einander zunächst liegenden der ersten und zweiten Ordnung eingeschaltet. Sie beginnen in einiger Entfernung von den Winkeln der Decke neben den nierenförmigen Platten und halten daher in Bezug auf ihre Länge die Mitte zwischen den Canälen der beiden ersten Ordnungen. Von ihrer Ursprungsstelle an verbreitern sie sich continuirlich, bis sie mit dem Cirkelcanal zusammenstossen. Ihre Kreuzung mit demselben hat aussen keine concaven, sondern convex ausgefüllte Winkel und zeichnet sich daher durch ihre Breite aus. Jenseits der Kreuzung werden sie dafür viel schmäler und erreichen nicht den Rand des Schirmes, sondern verlieren sich in dem dichten peripherischen Gefässnetz. Diesen acht Canälen entsprechen keine Randkörperchen mehr.

Der Ringcanal (Fig. 1 c) hat annähernd dieselbe Breite, wie die 16 Radiärcanäle, welche er durchschneidet und mit denen er anastomisirt. Die Conturen des Ringcanals zeichnen sich nicht durch besondere Regelmässigkeit aus. Nach aussen von ihm liegt ein dichtes Gefässnetz, welches eine ununterbrochene Zone bildet und sich bis an den Rand des Schirmes erstreckt. Die Gefässe dieses Netzes ähneln übrigens mehr unregelmässigen Lacunen, da sie dicht zusammengedrängt sind, und in Summa wohl eine grössere Oberfläche einnehmen, als die von ihnen umschlossenen Substanzinseln. Das Gefässnetz steht überall, wo es an den Cirkel- und die Radiärcanäle grenzt, mit denselben in unmittelbarem Zusammenhang. Letzteres gilt auch für kleinere Gefässplexus, welche sich von innen an den Ringcanal anlegen und je einer in jedem Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Radiärcanälen liegen. Die Umrisse dieser kleinen Plexus erscheinen abgerundet - dreieckig. Die Gefässmaschen in denselben sind im Allgemeinen etwas gröber als in der peripherischen Zone.

Um mit den Schirmgefässen abzuschliessen, soll hier noch beiläufig erwähnt werden, dass ich als Anomalie einmal statt 16 17 Radiärcanäle vorfand. Der überzählige Canal gehörte in die zweite Ordnung, d. h. sein Anfang lag auf einer der Seiten der Decke der Centralhöhle [1]).

1) Numerische Anomalien an den Organen der Schirmquallen gehören übrigens im Ganzen keineswegs zu den Seltenheiten. Ehrenberg widmete ihnen eine gründliche Beschreibung und viele Abbildungen in seinem bekannten Werke: Die Acalephen d. Rothen Meeres u. d. Organismus d. Medusen d. Ostsee. 1836. 4. p. 21. Man sehe auch v. Baer. l. c. p. 390 u. L. Agassiz. Contributions. Vol. IV. p. 52.

c. Das Gefässsystem des Stieles und der Mundarme besteht aus einem centralen und einer Anzahl peripherischer Canäle nebst ihren Verzweigungen. Der vierseitig-pyramidale Boden der Centralcavität setzt sich nach unten in einen Canal (Fig. 1 u. 2 d) fort, der seiner Lage nach als centraler oder axillarer absteigender Gefässstamm bezeichnet werden kann. Entsprechend dem Umriss des Bodens der Centralcavität besitzt er eine parallelepipedale Form mit leicht concaven Seiten (man sehe die Durchschn. 4 d′ u. 5 d). Eysenhardt[1]) bezeichnet ihn als dreieckig, ein Irrthum, der wohl auf einem blossen Druckfehler beruht. Der axilläre Canal durchsetzt der ganzen Länge nach den Stiel und mündet bei den von mir untersuchten Exemplaren auf der unteren Fläche desselben nach aussen. In seinem Verlaufe giebt er vier, wie es scheint nicht immer deutlich ausgesprochene, Seitengefässe (g) ab, welche ich Nebengefässe des Stieles nenne.

Zu dem peripherischen Gefässsystem des Stieles gehören zunächst vier Hauptstämme (Fig. 1—5 e), welche eine unmittelbare Fortsetzung der Rinnen (Fig 1, 2 u. 3 e′) auf den vier Füsschen des Stieles bilden. Wie wir bereits oben sahen, sind diese Rinnen ihrerseits eine Fortsetzung der Winkel der Magendecke (Fig. 3 J.) Macht man eine blos mässige Injection des Gastrovascular-Systems mit einer farbigen Flüssigkeit, so dass die membranösen Wandungen der Centralcavität noch eingestülpt bleiben, so hat es den Anschein, als wären die Rinnen geschlossene Gefässe, welche sich bloss an die Centralcavität anlehnen und aus vier zipfelförmigen Aussackungen derselben ihren Ursprung nehmen. (Die Figur 1, wo das durch den Stiel und seine Füsschen durchschimmernde Roth der grösseren Deutlichkeit wegen weggelassen wurde, kann zur Veranschaulichung eines solchen Bildes dienen.) Stärkere Injectionen, sowie Dissectionen sind erforderlich, um sich von den Verhältnissen eine richtige Vorstellung zu machen. Das centrale Ende der Rinnen biegt, wie bereits mitgetheilt wurde, nach unten um und vertauscht mithin seine horizontale Lage mit einer verticalen, wodurch die Rinnen nunmehr als peripherische absteigende Canäle zu bezeichnen sind. Diese Canäle liegen in den abgerundeten Kanten des Stieles. Sie sind jedoch auch hier nicht ganz geschlossen, sondere von innen der ganzen Länge nach aufgeschlitzt und stehen hier durch Gefässspalten (m, m′) anfangs mit dem Boden der Centralcavität (Fig. 3), später mit den Winkeln des centralen absteigenden Stammes in offener Communication. Im Querdurchschnitt haben diese Canäle eine abgerundete Form (Fig. 4 u. 5). Bevor sie die oberen blattförmigen Anhänge (E) der Arme erreichen, theilt sich jeder derselben in zwei Stämme (f, f), einen rechten und einen linken, welche zwei benachbarten Armen zugehören. Nennen wir diese Stämme der Kürze wegen Tentakel- oder Armgefässe. Entsprechend der Bifurcation der peripherischen Hauptstämme spalten sich auch die zwischen ihnen und dem centralen Stamme liegenden Gefässspalten, so dass im Ganzen vier primäre und acht secundäre Spalten vorhanden sind. Alle zusammengenommen bilden sie im Querdurchschnitt ein Kreuz mit sich gabelnden Enden, ähnlich dem auf Fig. 8 dargestellten. Unweit ihres Ur-

1) l. c. p. 392.

sprunges geben die Tentakelgefässe je ein Paar feiner Reiser (i, i) ab, welche für die oberen blattförmigen Anhänge bestimmt sind und sich in deren krausem Rande ramificiren. An der Ursprungsstelle dieser Reiser machen die Armgefässe eine leichte, knieförmige Biegung und gehen dabei in die sich hier sondernden Mundarme über. In ihrem weiteren Verlaufe geben sie einige Zweige an das äussere Paar der blattförmigen Anhänge (F) ab und hängen nach innen zu mit einem platten Sinus (n′) zusammen, der übrigens nichts weiter als eine Fortsetzung der secundären Gefässspalten ist. Weiter unten haben die Gefässe im Durchschnitt, entsprechend der Form der Arme, eine dreieckige Gestalt (Fig. 6). Sie verjüngen sich hier continuirlich nach unten zu, erreichen jedoch als sehr feine Stämmchen das äusserste Ende der Arme, immer in deren Axe fortlaufend. Dort, wo die Mundarme die Gestalt von drei flügelförmigen Lappen annehmen, geben die Gefässe unter Winkeln von ungefähr 30° drei feine Reiser ab. Ein jedes dieser Reiser läuft am oberen Rande eines der Lappen hin und geht darauf in ein feines Gefässnetz über, welches allen drei Reisern und dem mittleren Stämmchen gemeinsam ist. Dieses Netz nimmt hauptsächlich die Spitze, sowie den unteren Rand der drei Flügel ein und öffnet sich nach aussen durch zahlreiche, feine, ovale Oeffnungen, welche denen schräg abgeschnittener Röhrchen ähneln.

Die vier bei Gelegenheit des centralen absteigenden Stammes erwähnten Nebengefässe (g) des Stieles liegen je eines nach innen von den peripherischen Hauptgefässen und dürften wohl als blosse locale Erweiterungen der Gefässspalten (m) anzusehen sein. Entsprechend der Zweitheilung der peripherischen Hauptgefässe spalten sich auch diese Nebengefässe. Ihre beiden Zweige (h) begleiten von innen die entsprechenden Armgefässe und gehen gleichfalls in die Bildung des platten Sinus (n′) ein, dessen inneren Rand sie darstellen. Hier entsenden sie zahlreiche Zweiglein an die inneren krausen Anhänge (g); weiter abwärts verschmelzen sie in eins mit den Armgefässen. Ausser den Gefässmündungen auf den flügelförmigen Endplatten der Mundarme sind noch andere von feinen, tentakelartigen, sehr contractilen Fortsätzen umstellte kleine Oeffnungen auf den krausen Rändern der blattförmigen Anhänge vorhanden. Beiderlei Oeffnungen tragen zum Zustandekommen der Polystomie bei. Während Cuvier nur die Oeffnungen auf den blattförmigen Anhängen bekannt waren, weil ihm nur ein Exemplar mit abgeschliffenen Armen zu Gebote stand, war Eysenhardt[1]) von der Existenz gerade dieser Oeffnungen noch nicht vollkommen überzeugt, da bei der zarten Beschaffenheit der Ränder der blattförmigen Anhänge ein Hervorquellen der injicirten Flüssigkeit aus denselben noch nicht nothwendig auf offene Gefässmündungen schliessen lasse. Seitdem hat Huxley[2]) die Oeffnungen auf den krausen Rändern mikroskopisch genauer geprüft und abgebildet. Den Angaben dieses verdienten Forschers wüsste ich nichts Wesentliches hinzuzufügen.

---

1) l. c. p. 391.
2) l. c.

Wir kommen nunmehr zu einer anderen Art von äusseren Mündungen des Gastrovascular-Apparates, nämlich zu den Ueberresten eines centralen Mundes. Dieselben befanden sich auf der unteren Fläche des Stieles, wo bei den ausgewachsenen Exemplaren die kreuzförmigen Nähte zu sehen sind. Diese Ueberreste des Mundes bestanden theils aus offenen Löchern und Spalten, theils aus narbigen Nähten und zeigten eine Reihe offenbar auf Alterverschiedenheit beruhender Abweichungen. So waren sie bei einem, und zwar dem kleinsten der Exemplare auf folgende Weise beschaffen. Im Centrum der unteren Fläche des Stieles befand sich eine längliche, klaffende Oeffnung (Fig. 8, l) mit vier leicht concaven Seiten. Die Winkel der Oeffnung setzten sich in kreuzweis liegende, gegen die Kanten des Stieles gerichtete Spalten (m″) fort, letztere waren annähernd doppelt so lang als die Oeffnung selbst und theilten sich jede am Ende unter einem Winkel von ungefähr 75 oder 80° in zwei secundäre Spalten (m). An der Theilungsstelle blieb hierbei eine kleine, klaffende, dreieckige Lücke (o). Diese secundären Spalten waren nahezu von derselben Länge, wie die primären und erstreckten sich bis an den obersten Insertionspunkt der inneren blattförmigen Anhänge [1]). Die Ränder der primären und secundären Spalten berührten sich zwar in ihrer ganzen Ausdehnung, doch waren sie nirgends mit einander verlöthet, da zwischen ihnen die Injectionsflüssigkeit aus dem cölenterischen Apparate frei hervorquoll, und da sie sich auch vorsichtig sondiren liessen. Bei diesem Sondiren erwies es sich, dass die klaffende, rechteckige Mitte (e) des kreuzförmigen Mundes nichts anders als die Mündung des centralen Hauptcanals war. (Fig. 1 u. 2 a), während die Spalten direct in die Gefässspalten des Stieles führten. So fand ich übrigens die Verhältnisse nur bei dem einen Individuum. Was die übrigen anbetrifft, so gilt das soeben über die Reste der Mundöffnung Mitgetheilte freilich auch für sie, jedoch mit dem Unterschiede, dass die kreuzförmigen Spalten, und zwar entweder blos die secundären (Fig. 8), oder gleichzeitig auch die primären vernarbt erschienen. Bei der Mehrzahl waren mithin nur die centrale, rechteckige und die vier peripherischen, dreieckigen Lücken offen. Aber auch diese Lücken waren in einzelnen Fällen (Fig. 9) bis auf eine enge Spalte (e) und vier feine Löchelchen (o) reducirt. Die grösste Verwachsung der Mundränder kam hauptsächlich den grösseren Individuen zu.

Das oben über die Anordnung des Gefässsystems des Stieles Mitgetheilte weicht in einigen Beziehungen von den Angaben Eysenhardt's ab. So lässt derselbe nämlich die vier peripherischen Hauptcanäle mit einander und dem Centralcanal in einiger Entfernung von der Centralcavität zu einem Stamm zusammenfliessen und bezeichnet die Verbindungsstelle als «inwendiges Maul». Von der Irrigkeit dieser Angabe kann man sich leicht überzeugen, wenn man den schematischen Längsschnitt Fig. I bei Eysenhardt mit seinem

---

1) (Auf unserer Figur sind sie nicht roth angegeben, weil dieselbe einem anderen Individuum entnommen wurde, an dem sie bereits verwachsen waren).

realen Querschnitt (Fig. II) vergleicht. Beide Figuren widersprechen einander, während der Querschnitt vollkommen zu meinen Befunden passt. Ferner ist hervorzuheben, dass Eysenhardt der Gefässspalten im Stiel und in den Armen überhaupt nicht erwähnt; ein Umstand, aus dem man übrigens noch keineswegs folgern darf, dass etwa diese Spalten beim erwachsenen Thiere fehlten, zumal auf der Edwards'schen Zeichnung der ganze Stiel eines injicirten Thieres roth durchschimmert. Sollte übrigens eine Obliteration derselben im späteren Alter eintreten, so ist sie wenigstens keine vollständige, denn wenn Eysenhardt (p. 392) von Endzweigen des centralen absteigenden Stammes spricht, die sich in den vier krausen Rändern der unteren Fläche des Stieles verzweigen, so sind darin offenbar die unteren Ränder der vielleicht sonst nur schwach injicirten Gefässspalten wieder zu erkennen.

IV.

Betrachtungen und Schlussfolgerungen.

Den Betrachtungen über die morphologische Bedeutung der Polystomie, welchen dieser Abschnitt hauptsächlich gewidmet ist, mag es mir gestattet sein, eine kurze Notiz über die Begrenzung der vier Theilstücke oder Antimeren des Thieres vorauszuschicken. An Rhizostoma lässt es sich nämlich sehr schön nachweisen, dass die beiden verticalen Begrenzungsflächen der Antimeren unstreitig durch die Radiärcanäle zweiter Ordnung zu führen sind, so dass jedem der Antimeren folgende Theile zukommen: ein Viertheil Schirm mit einem Radiärcanal erster Ordnung in der Mitte. je eine Hälfte von zwei membranösen Wandungen der Centralcavität mit den in ihnen enthaltenen Abschnitten der Genitalorgane, ferner ein ganzes Füsschen und eine der abgerundeten Kanten des Stieles mit dem entsprechenden Paar von Mundarmen. Auf den ersten Blick könnte man vielleicht versucht sein, die Antimeren anders zu begrenzen und zwar mittelst zweier durch die Radiärcanäle erster Ordnung gelegten Ebenen, so dass die Füsschen und Kanten des Stieles der Länge nach halbirt würden. (Fig. 2.) Eine solche Lage der Scheidungsebenen könnte man sogar für eine von der Natur selbst durch die primären Gefässspalten zwischen dem centralen und den vier peripherischen absteigenden Hauptgefässen vorgezeichnete halten. Beim näheren Zusehen ist es jedoch leicht, sich von der Unrichtigkeit einer solchen Construction zu überzeugen. Die Hauptgefässspalten und mit ihnen die peripherischen Gefässstämme, die Rinnen auf den Füsschen, sowie die Radiärcanäle erster Ordnung liegen nämlich, streng genommen, gar nicht in zwei sich auf der Hauptaxe schneidenden, sondern in vier Ebenen,

welche in einiger Entfernung von der Axe vorbeigehen. (Man vergl. Fig. 3, 4, 5 u. 8). Es lässt sich demnach das Thier nur auf die zuerst bezeichnete Weise in vier congruente Theile zerlegen. Diese Eigenthümlichkeit führt auf das morphologisch immerhin nicht werthlose Factum hin, dass Rhizostoma bei seinem radiären Bauplan unverkennbare Anklänge an eine bilaterale Symmetrie bietet. Recapituliren wir in Kürze noch einige hierauf hinweisender Einzelheiten. Die ovale Fläche des Stieles ist nicht kreisrund, sondern oblong, und der in ihrem Centrum gelegene Rest des Maules nicht quadratisch, sondern rechteckig; dem entsprechend stellt der axilläre Hauptcanal ein ungleichseitiges Parallelepipedon und der Boden der Centralcavität eine ungleichseitige Pyramide dar. Nimmt man die Mundöffnung für transversal, wobei man sich auf die Homologie mit den Ctenophoren berufen kann, so würde durch ihre Richtung die Lage einer Fläche gegeben sein, welche die vordere und hintere Körperhälfte von einander scheidet, während eine andere, senkrecht auf die erste einfallende Fläche die beiden lateralen Körperhälften von einander trennt. Bei der vollkommenen Congruenz einerseits der rechten und linken und anderseits der vorderen und hinteren Körperhälften, bleibt es natürlich der Willkür des Beobachters anheim gestellt, was er vorn oder hinten und rechts oder links nennen möchte. — Diese Hinneigungen des Körperbaues zur bilateralen Symmetrie ist übrigens keine vereinzelte Erscheinung in der Classe der Schirmquallen. So dürfte sie, nach einer Zeichnung von Haeckel[1]) zu urtheilen, auch bei der neuen *Rhizostomide Crambessa Tagi* vorhanden sein. Ferner macht sich eine ähnliche Hinneigung auch bei der von Agassiz[2]) beschriebenen und abgebildeten *Staurophora laciniata* bemerkbar. Aus seinem Text (p. 307) sowohl, als auch den Abbildungen (Taf. 7) ist nämlich ersichtlich, dass der Mund dieser interessanten Form einen mittleren, unpaaren Theil besitzt, von dessen Enden je zwei Spalten divergiren. Uebrigens giebt es Medusen, bei denen der Uebergang des radiären Baues in den bilateralen noch viel schärfer in die Augen springt und daher bereits früher hinreichend betont wurde. Hierher gehören unter Anderem z. B. das so bemerkenswerthe *Dipleurosoma typicum* [3]), ferner das Genus Saphenia[4]) u. a. m.

Nach diesen allgemeinen, mehr gelegentlichen Bemerkungen gehen wir nun zum Hauptgegenstande unserer morphologischen Betrachtungen über. Da sich jedoch den übrigen Rhizostomiden unsere Species eng anschliesst, so werden wir uns hierbei eben so wenig, wie in der Einleitung, an sie allein halten dürfen, sondern vielmehr die Rhizostomiden überhaupt mit den übrigen, ihnen als Semaeostomeae gegenüber gestellten Medusen zu vergleichen haben.

Die Rhizostomiden stehen den ächten Medusiden so nahe, dass sie, gewiss mit Recht, von manchen Forschern ihnen als eine benachbarte Familie an die Seite gestellt werden.

---

1) Crambessiden. l. c. Taf. XXXIX. Eig. 7.

2) L. Agassiz. Contributions to the Natural History of the Acalephae of North America (Mem. of the Amer. Acad. N. S. Vol. V. P. 2. 1850, p. 221.

3) A. Boeck. Om to tilsyneladende bilateral-symmetriske Hydromeduser: Dipleurosoma typica og Stuvitzii. Naturh. Forenings Vidensk. Meddelelser Nr. 10. 1866.

4) Eschscholtz. l. c. p. 92.

Und in der That, man vergleiche nur beispielsweise die in den europäischen Meeren gemeinsten Repräsentanten beider Gruppen, Rhizostoma Cuvieri und Aurelia aurita, mit einander. Die Aehnlichkeit im Bau ist hier so gross, dass man, von der Polystomie abstrahirend, zwei blos generisch verschiedene Thiere vor sich zu haben glaubt. Der Schirm mit seinen 8 Randkörpern, die vier Füsschen an seiner unteren Fläche nebst den dazwischen liegenden ovalen Fenstern, ferner die Lage und Bildung der Centralhöhle, die 16 aus der letzteren entspringenden Radiärcanäle sind nämlich bei Aurelia im Wesentlichen ebenso, w e bei Rhizostoma, beschaffen. Der Mangel eines Stieles bei Aurelia, welcher am meisten in die Augen fällt, sinkt zu einem Unterscheidungsmerkmal von nur untergeordneter Bedeutung herab, wenn man einen Querschnitt unterhalb der Füsschen macht. Da derselbe nämlich vollkommen dem Querschnitt des Stieles von Rhizostoma entspricht, so lässt sich naturgemäss auch bei Aurelia ein, wenn auch blos rudimentär gebliebener, Stiel annehmen. Für unsere Zwecke genügte es, diese grosse morphologische Uebereinstimmung im Bau der Rhizostomiden und Medusiden nochmals blos betont zu haben, ohne sie weiter auszuführen. (In Bezug auf das Nähere verweise ich im Allgemeinen auf die frühere Literatur, wo die morphologische Uebereinstimmung mit überzeugender Klarheit schon vor langer Zeit dargestellt wurde.) Ein Specialpunkt der Organisation muss hier jedoch als wesentlich hervorgehoben werden, nämlich die Polystomie der Rhizostomen. Sollte dieselbe nicht so schwer in die Wagschale fallen, dass die Uebereinstimmung im sonstigen anatomischen Bau vielleicht eine blos imaginäre wird? Um diesen Zweifeln zu begegnen, betrachten wir zunächst die Schilderung, welche bereits v. Baer [1]) von den Mundarmen der Aurelia giebt. Jeder der vier Arme der *Aurelia aurita* (Fig. 10 u. 11) hat im Allgemeinen die Form eines nach innen (unten) offenen Halbcanals und besteht aus einem Mittelstück (r) und zwei Seitenplatten (s). Der Mitteltheil ist an seiner oberen (äusseren) Kante abgerundet. Die beiden Seitentheile hängen herab und enden in einen krausen Rand (t), der mit Einschnürungen und Ausbiegungen, welche halbgeschlossene Beutel bilden, versehen ist. Dieser Rand ist, wenigstens an der Armspitze, mit Fühlern besetzt, die in ein knopfförmiges Ende auslaufen. Nur bei todten oder sehr matten Individuen stehen die Seitentheile von einander, und ist die Rinne zwischen ihnen weit geöffnet, bei recht lebenskräftigen hingegen legen sich die Seitentheile in ihrer ganzen Breite an einander (Fig. 10), doch so, dass an ihrer Basis ein Canal (u) frei bleibt. Letzterer biegt am Munde nach oben und aussen um und setzt sich in die vier Rinnen auf dem Boden des Magens fort. Somit entspricht denn dieser, wenn auch nicht geschlossene, so doch verdeckte Canal in jeder Hinsicht dem Mittelgefäss eines Saugarmes von Rhizostoma. Man kann daher die Arme der Aurelien als der Länge nach aufgeschlitzte Saugarme der Rhizostomen ansehen [2]).

1) l. c. p. 374 ff.

2) Was den Unterschied in der Zahl der Mundarme betrifft (Aurelia hat ihrer bekanntlich blos vier), so kann er kaum als wesentlich gelten und zwar um so weniger, als auch bei Rhizostoma, genau genommen, nur vier vorhanden sind, die sich freilich gleich an ihrer Basis in zwei theilen.

Diese Schlussfolgerung v. Baer's lässt sich auch umdrehen. Man kann nämlich sagen, die Saugarme von Rhizostoma seien der Länge nach verwachsene Arme der Aurelia. In dieser letzten Fassung wurde die Homologie der Tentakeln der Rhizostomiden und Semaeostomeen neuerdings formulirt, indem man sich auf die folgenden schon oben erwähnten Beobachtungen stützte. Es kommt bisweilen an Medusen aus der letztgenannten Gruppe vor, dass die Tentakelränder sich stellenweise an einander legen und somit gleichsam eine temporäre Polystomie bedingen (Fr. Müller, E. Haeckel). Die Mundarme einer südbrasilianischen Cephea besitzen, statt der rundlichen Oeffnungen, lange spaltenförmige (Fr. Müller) und zeigen mithin einen Uebergang zu den Armen der Aurelien. Aehnliche Verhältnisse scheint auch *Polyclonia frondosa* zu bieten (L. Agassiz). Ebenso wenig, wie die Beschaffenheit der Arme kann auch die Abwesenheit einer centralen Mundöffnung bei den Rhizostomiden an und für sich einen fundamentalen morphologischen Unterschied bedingen, sobald in allen übrigen Beziehungen der homologe Bau zwischen der fraglichen Gruppe und den übrigen Medusen (zunächst den Medusiden) erwiesen ist.

Die eben angeführten, rein morphologischen Betrachtungen bilden eine feste Basis zur weiteren Ausführung der hier adoptirten Lehre, nach welcher die Polystomie der Rhizostomiden eine erst im späteren Alter erworbene Eigenthümlichkeit darstellt.

Es wäre überflüssig, darauf besonders hinzuweisen, dass diese Lehre eine durchaus rationelle und der gegenwärtigen Richtung der zoologischen Wissenschaften gemässe ist. Ein anderer Umstand, der besonders schwer in die Wagschale fällt, soll hingegen hervorgehoben werden, und zwar, dass ein allmähliges Zustandekommen der Polystomie durchaus keine ganz isolirt dastehende Erscheinung sei, sondern vielmehr auf analoge Vorgänge bei Medusiden gestützt werden kann. (L. Agassiz.) Es ist nämlich eine schon sehr lange bekannte Thatsache, dass die jungen Aurelien ein viel weiteres Maul, als die alten besitzen. Ursprünglich hat es eine quadratische Gestalt und wird erst später durch ein immer mehr und mehr zunehmendes Vorspringen der Seiten kreuzförmig und sehr eng. Dem entsprechend sind bei den Jungen auch die Mundarme entfaltet, bei den Erwachsenen hingegen, wie wir sahen, zusammengelegt. Die Umwandlung, welche die Rhizostomiden zu durchlaufen hätten, brauchte mithin nur graduel von der der Medusiden verschieden zu sein. Zieht man nun in Erwägung, wie das schon von anderer Seite (durch Haeckel) geschehen ist, dass auf der unteren Fläche des Stieles der Rhizostomiden ein aus Narbenzügen bestehendes Kreuz vorhanden ist, so wird die Lehre von dem secundären Zustandekommen der Polystomie bereits sehr wahrscheinlich.

Nach allen diesen Betrachtungen, welche sich selbst im Wesentlichen an die schon durch ältere Forscher zu Tage geförderten Thatsachen anknüpfen lassen, erscheint der factische Nachweis einer Mundöffnung bei jungen Rhizostomiden eine keineswegs überraschende Thatsache. Die hierher gehörenden Beobachtungen sind freilich noch sehr gering an Zahl, da sie sich nur auf drei Species, *Polyclonia frondosa*, eine unbestimmte Art von den Philippinen und Rh. Cuvieri beziehen. Doch ist zu erwägen, dass sie in drei verschiedenen

Welttheilen und wenigstens zum Theil an einander fern stehenden Formen (wie Polyclonia nnd Rhizostoma) angestellt wurden. Auch ist hervorzuheben, dass die eine der betreffenden Formen als Typus für die ganze Gruppe gelten kann, und zwar nicht blos deshalb, weil sie die am meisten bekannte und in den europäischen Meeren am weitesten verbreitete ist, sondern auch, der grossen Ausbildung des Stieles halber, zu den complicirter organisirten Rhizostomiden gehört. Mithin halte ich die Ansicht, nach welcher sämmtliche Rhizostomiden in ihrer früheren Jugend ein centrales Maul besitzen und sich die Polystomie erst secundär bildet, für eine so gut wie bewiesene Thatsache. Ich zweifle daher nicht daran, dass auch Semper zu diesem Schlusse gekommen wäre, wenn ihm auf seiner Reise die nöthigen literärischen Hülfsquellen über die Schirmquallen zu Gebote gestanden hätten.

Um wieder auf Rhizostoma Cuvieri, den Ausgangspunkt der gegenwärtigen Betrachtungen, zurückzukommen, soll nun der Versuch gemacht werden, ein allgemeines, ungefähres Bild von der Entstehung seiner Polystomie zu entwerfen.

In der frühen Jugend dürfte sich das Thier, in Bezug auf die Beschaffenheit des Stieles, wohl den Pelagien nähern. Der Stiel der letzteren besitzt bekanntlich, wie bei Rhizostoma, eine parallelepipedale Form mit concaven Seiten und abgerundet vorspringenden Kanten, zeigt jedoch nur gleichmässig dünne Wandungen, welche eine geräumige Höhle umschliessen. Die letztere entspricht vollkommen ihrer Gestalt nach dem Stiele selbst; überall ist sie gleich weit, so dass ihre untere Oeffnung, der Mund, dieselben Dimensionen, wie die obere, in die Centralhöhle führende, aufweist. Die vier Winkel dieser Höhlung des Stieles setzen sich als Rinnen auf die Mundarme fort. Denken wir uns nun, dass an dem, wie eine Pelagia gestalteten jungen Rhizostoma die Wandungen des Stieles sich von innen verdicken und zwar vorzüglich auf ihrer Mittellinie (interradiär), d. h. entsprechend den Zwischenräumen der benachbarten Arme. Dadurch wird die Höhle des Stieles von allen vier Seiten eingeengt, so dass schliesslich vier auf der Längsaxe des Thieres kreuzförmig zusammenstossende Spalten nebst fünf verticalen Canälen, von denen einer in der Axe und vier in den Winkeln hinlaufen, übrig bleiben. Entsprechend diesen Veränderungen wird auch der Mund zur kreuzförmigen Spalte mit fünf Erweiterungen, einer centralen und vier peripherischen. Die weiteren Umgestaltungen beruhen offenbar auf einer allmähligen Verwachsung der Ränder des bisher offenen «Mundkreuzes», so dass in einer gewissen Lebensperiode, statt des ursprünglich weiten Mundes, gleichsam fünf kleine Münder übrig bleiben. Schliesslich obliteriren auch diese, und es persistirt blos ein narbiges Kreuz als einzige Spur des Mundes. Hand in Hand mit der Differenzirung der Gefässe des Stieles und der Obliteration des Mundes geht die Transformation der Mundarme vor sich. Dieselben mögen ursprünglich ebenso einfach beschaffen, wie bei der erwachsenen Pelagia, nur kürzer sein, und sich schon früh in zwei Aeste theilen. Anfangs sind es offene Rinnen, deren Ränder sich alsdann an einander legen, so dass ein mittlerer, bloss mechanisch geschlossener Canal entsteht. Hiermit haben die Arme das der erwachsenen

Aurelia entsprechende Stadium erreicht. Darauf verbinden sich die Ränder der Arme organisch bis auf die kleinen, offen bleibenden, äusseren Gefässmündungen.

Der geschilderte Entwickelungsmodus der Gefässe im Stiel von Rhizostoma dürfte für die allgemeinere Beurtheilung des morphologischen Werthes des Gefässsystems in der Thierreihe von Interesse sein. Er erinnert nämlich lebhaft an die Blutgefässe bei den Hirudineen [1]), denn auch bei diesen sind die Gefässe nachweisbar nichts anderes, als Ueberreste oder differenzirte Theile der Körperhöhle. Von den gefässlosen Würmern, bei denen die Ernährungsflüssigkeit unmittelbar in der Körperhöhle enthalten ist, zu den Hirudineen ist mithin ein ähnlicher Schritt, wie z. B. von Pelagia zu Rhizostoma. Der ganze Unterschied scheint lediglich darin zu bestehen, dass bei den mit einem Darmcanal ausgestatteten Annlaten die Gefässe als Differenzirungen der Leibeshöhle, im engeren Sinne des Wortes, erscheinen, während sie bei den, eines gesonderten Darmapparates entbehrenden Schirmquallen als Differenzirungen der allgemeinen coelenterischen Höhle auftreten.

Alles bisher Mitgetheilte dürfte genügen, um, freilich blos in gröberen Zügen, die morphologischen Eigenthümlichkeiten der Rhizostomiden naturgemäss zu erklären und auf allgemeinere Principien zurück zu führen.

Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass Haeckel [2]), auf Grund der bekannten onto-phylogenetischen Parallele, die Behauptung ausgesprochen hat, dass die Voreltern der Rhizostomen, welche lange vor der Jurazeit lebten, einen offenen Mund besassen. Aus diesen Voreltern, welche mithin zu den Semaeostomeen gehörten, sollen sich die Rhizostomen erst secundär durch Verwachsung der Falten des Mundrandes zu Röhren hervorgebildet haben. Es lässt sich gewiss nicht leugnen, dass diese Hypothese ihre wissenschaftliche Berechtigung hat, und dass wir einer Bestätigung derselben durch fernere palaeontologische Funde, vielleicht schon in der nächsten Zukunft, entgegensehen könnten.

Schlussfolgerungen.

1) In ihrem morphologischen Bau stimmen die Rhizostomiden im Wesentlichen vollkommen mit den typischen Schirmquallen, zunächst mit den Medusiden, überein, weshalb an die Ansicht, die Rhizostomen seien Thierstöcke, nicht mehr zu denken ist.

---

1) Man vergl. besonders: R. Leuckart. Die menschl. Parasiten. 1863. Bd. I, p. 666 ff.

2) E. Haeckel. Genere le Morphologie d. Organismen. Berlin 1866. 8. Bd. II p. IX.

2) Ihre Polystomie ist eine später erworbene Eigenthümlichkeit, indem die Rhizostomen in ihrer Jugend ein offenes, centrales Maul besitzen, welches erst mit zunehmendem Alter allmählig obliterirt.

3) Die Gestalt und Lage der einzelnen Körpertheile von Rhizostoma Cuvieri weist auf einen gewissen Uebergang vom radiären zum bilateral-symmetrischen Bauplan hin.

Erklärung der Tafel.

A. Schirm.
B, B′, B″ Stiel (B von der Seite, B′ von oben, B″ von unten).
C_1, C_2, C_3, C_4 Füsschen, welche den Schirm mit dem Stiel verbinden.
D. Arme oder Mundtentakeln.
E. Obere blattförmige Anhänge der Arme.
F. Aeussere blattförmige Anhänge der Arme.
G. Innere blattförmige Anhänge der Arme.
H. Decke der Centralcavität.
I. Ecken der Decke.
K. Nierenförmige Platten, Decken der Genitaltaschen.
L. Boden der Centralcavität.

a. Centralcavität des Gastrovascular-Systems (Magen).
a′. Membranöse Wandungen der Centralcavität, durch die Injection vorgedrängt.
b_1, b_2, b_3 Radiärcanäle erster, zweiter und dritter Ordnung.
c. Ringcanal.
d. Centraler absteigender Canal.
d′. Oberes Ende desselben.
e. Peripherische Hauptcanäle.
e′. Rinnen auf den Füsschen, die Anfangstheile der Canäle e.
f. Canäle der Mundarme.
g. Nebencanäle des Stieles.
h. Nebencanäle der Mundarme.
i. Gefässzweige für die oberen blattförmigen Anhänge.
k. Terminales Gefässnetz der Mundarme.
l. Centraltheil des Mundes.
m. Primäre Gefässspalten.
m′. Oberer, in dem Boden der Centralcavität mündender Theil der primären Gefässspalten.
m″. Primäre Spalten und Nähte des Mundes.
n. Secundäre Spalten und Nähte des Mundes.
n′. Fortsetzung der secundären Spalten in die Mundarme.
o. Peripherische Rudimente des Mundes.

Auf den Fig. 1, 2 und 4 sind, der grösseren Deutlichkeit wegen, die Centralcavitat und die Gefässe dunkel-, die Spalten zwischen ihnen hingegen hellroth angegeben.

Fig. 1. Injection des Gastrovascular-Apparates von Rhizostoma. Der Schirm ist zurückgeschlagen, einer der Mundarme, durch welchen die Injectiou vorgenommen worden, ist abgeschnitten, die vier hinteren sind zur Vereinfachung der Zeichnung weggelassen. Zu demselben Zwecke ist das Durchschimmern der in der Centralcavität enthaltenen Flüssigkeit durch die Füsschen nicht dargestellt. In Folge dessen erscheint das obere Ende (d') des centralen absteigenden Canals gleichsam wie abgeschnitten, während die Winkel der Centralcavität und die aus denselben entspringenden Rinnen (e') abgeschlossene Säcke und Canäle vortäuschen könnten. Die membranösen Wandungen (a') der Centralcavität sind durch die forcirte Injection sackförmig zwischen Schirm und Stiel vorgedrängt. Das peripherische Gefässnetz des Schirmes wurde nur oben ausgeführt.

Fig. 2. Halbschematischer Durchschnitt des Thieres, durch die Hauptaxe und zwei Radiärcanäle erster Ordnung. (Die hier dargestellten Theile liegen, streng genommen, nicht in einer, sondern in zwei unter sehr stumpfem Winkel zusammentreffenden Ebenen.)

Fig. 3. Decke und Boden der Centralcavität mit den angrenzenden Theilen. Die membranösen Wandungen der Centralcavität sind entfernt, drei der Füsschen sind durchschnitten und sammt dem oberen Theil des Stieles zur Seite geschlagen. Das Füsschen C_3 ist hart an seiner Basis, die Füsschen C_1 und C_2 in einiger Entfernung von derselben durchschnitten, wobei der Basalttheil von C_1 in der normalen Lage gelassen ist, während der Basalttheil C_2 zurückgeschlagen wurde, um zu zeigen, wie sich der Winkel der Centralcavität auf die Rinne des Füsschens fortsetzt. In diesem Winkel ist der Eingang in den entsprechenden Radiärcanal b_1 sichtbar. Unterhalb des Basalttheils C_1 ist die Lage des Winkels (J) der Centralcavität angedeutet. Auf der Schnittfläche desselben Basalttheiles sieht man den Durchschnitt der Gefässrinne.

Fig. 4. Querdurchsehnitt des Stieles hart an der Basis der Füsschen.

Fig. 5. Querdurchschnitt des Stieles oberhalb der oberen blattförmigen Anhänge.

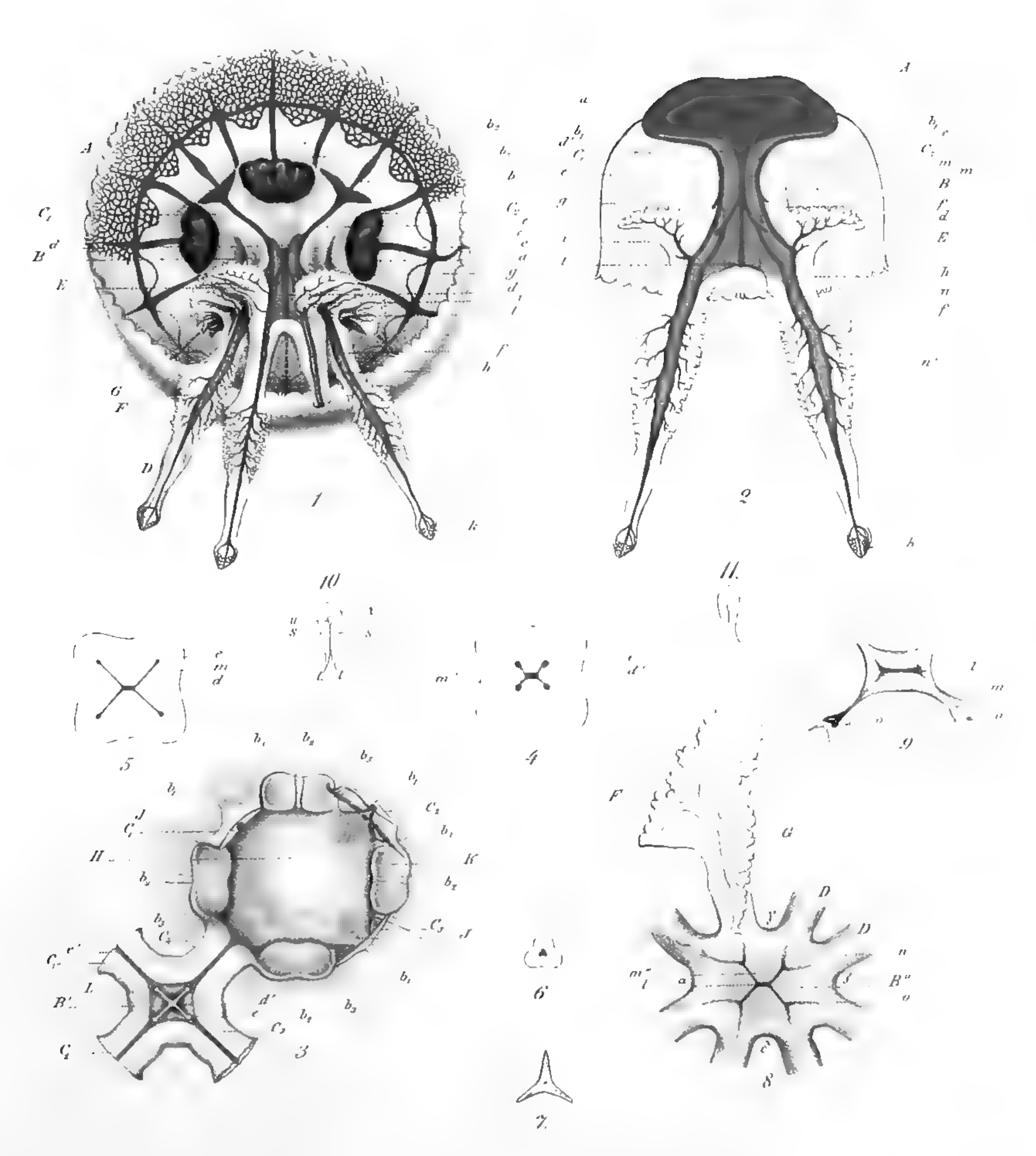
Fig. 6. Querdurchschnitt eines Armes unterhalb der äusseren und inneren blattförmigen Anhänge.

Fig. 7. Querdurchschnitt durch das äusserste Ende eines Armes und seine flügelförmigen Anhänge.

Fig. 8. Untere Fläche des Stieles; die Arme sind nach aussen umgelegt und abgeschnitten. In der Mitte der Zeichnung sind die Reste des Mundes dargestellt.

Fig. 9. Ueberreste des Mundes von einem anderen Individuum, vergrössert.

Fig. 10 und 11. Querdurchschnitt eines Armes einer lebenskräftigen Aurelia aurita, nach v. Baer. Auf Fig. 11 sind die Seitentheile mit einigem Kraftaufwande aus einander gebogen; r. Mitteltheil, s. Seitentheile, t. Ränder des Armes, u. mechanisch geschlossener Canal.



A Brandt del

Лит. Н. Брезе СПБ

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE.
TOME XVI, № 7.

PHYSIOLOGISCH-TOPOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

AM

RÜCKENMARK DES FROSCHES.

VON

Dr. **Spiro.**

(Mit einer Tafel.)

Présenté le 5 Mai 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg,	à Riga,	à Odessa,	à Leipzig,
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 35 Kop. = 12 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Novembre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

§ 1. Die vorliegende Untersuchung wurde in der Absicht unternommen, die Erregungsbahnen im Rückenmarke des Frosches sowohl bei chemischer, als auch bei tactiler Reizung seiner Haut zu bestimmen. Es existirt bekanntlich hierüber eine Untersuchung von Prof. Setschenow (Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1865, № 52, 53, 54 und 1866 № 3); sie betrifft aber nur die Erscheinungen der chemischen Reizung, und insofern hatte ich durch meine Arbeit eine vorhandene Lücke auszufüllen. Alle meine Versuche mussten augenscheinlich einen vergleichenden Character tragen, und als solche müssten sie eigentlich in Form von zwei parallelen Reihen dargestellt werden; da aber das aus dem ganzen Bereiche der Untersuchung erhaltene Material die Möglichkeit darbot, die Effekte der tactilen Reizung der Haut auf eine ganz unerwartete Weise, und zwar verschieden von den entsprechenden Effekten der chemischen Reizung, zu resumiren, so war ich dadurch genöthigt, in der Beschreibung der Thatsachen von dem erwähnten Plane abzuweichen. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Beschreibung der Effekte der tactilen Hautreizung am geköpften Frosche allem Anderen vorausgeschickt werden müsse.

I.

§ 2. Dem reflektorischen Apparate des Rückenmarks im Frosche, welcher die Haut mit den Muskeln des knöchernen Gerüstes verbindet, wird bekanntlich von der gegenwärtigen physiologischen Schule nur die Fähigkeit zugeschrieben, zweckmässige Bewegungen, im Sinne der Entfernung der Reize vom Körper, oder der gereizten Glieder des letzteren von den reizenden Objecten, hervorzubringen. Die Lehre von der «Zweckmässigkeit» der Bewegungen an den geköpften Thieren ist besonders durch Pflüger's bekannte Arbeit («Die sensorischen Functionen des Rückenmarks» Berlin 1853) festgestellt worden. Dieser Forscher nahm

sogar das Vorhandensein einer Art Seele im Rückenmark der Thiere an, so vernünftig-zweckmässig schienen ihm die Bewegungen der geköpften Thiere. Einer ernsten Kritik wurde diese Idee erst im Jahre 1860 von Seiten des Herrn Golz («Beitrag zur Lehre von den Functionen des Rückenmarks der Frösche», Königsberger medicin. Jahrbücher, 1860, 2. Band) unterworfen. Es gelang dem letzteren, die Hauptidee Pflüger's zu widerlegen; er war auch der erste, der einige Fälle beschrieben hatte, wo die Bewegungen des geköpften Frosches nicht den Charakter der Zweckmässigkeit an sich trugen [1]). Da aber Golz ausschliesslich damit beschäftigt war, die Hauptidee Pflüger's zu widerlegen, so sind die von ihm bemerkten unzweckmässigen Bewegungen unerklärt geblieben.

Folgende Reihe von Experimenten mit der tactilen Hautreizung an geköpften Fröschen bietet nun neue Fälle solcher Rückenmarksreflexe, welche sich mit der Idee der Zweckmässigkeit nicht reimen, zugleich aber den Weg zur Aufklärung der Art ihrer Entstehung eröffnen.

In allen diesen Versuchen wurde der gleich unterhalb der Rautengrube geköpfte Frosch an einer Schnur in verticaler Richtung aufgehängt, oder (was besser ist) mit dem Kopfe an ein Stück Kork angeheftet und in dieser Lage der Reizung unterworfen. Die Reizung geschah auf folgende Weise. Man fasst die zum Untersuchen bestimmte Stelle der Haut mit zwei Fingern (dem Daumen und dem Zeigefinger) und reibt sie zwischen diesen, dieselben sanft andrückend [2]). Dabei muss nur Folgendes beachtet werden. Nach jeder einzelnen Reizung muss man das Thier eine Zeitlang ausruhen lassen, sonst verliert die Haut bald ihre Reizbarkeit.

I. Tactile Reizung der Haut verschiedener Regionen des Beines.

Der Kürze wegen werde ich im Nachfolgenden die hinteren Extremitäten Beine, die vorderen Arme nennen.

a) Wenn man die Zehen an einem Beine reizt, so wird dieses Bein flektirt und zum Rumpfe angezogen; dabei ziehen sich die Zehen zusammen. Der Arm der entsprechenden Seite wird vom Rumpfe abducirt und ausgestreckt, gewöhnlich hebt er sich noch nach oben. Der Arm der entgegengesetzten Seite wird zum Rumpfe adducirt und gewöhnlich noch nach unten ausgestreckt (Fig. 1 stellt die Bewegung der Hände bei der tactilen Reizung der Zehen des linken Beines vor). Im anderen Beine bekommt man hierbei gewöhnlich keinen Reflex; es gab dennoch Fälle (aber selten), wo ich Ausstreckung des anderen Beines im tibiotarsalen Gelenke bei der Reizung der Zehenspitzen gesehen habe. Zuweilen

---

1) Z. B.: «Berührt man bei einem ruhig hockenden enthirnten Frosche mit dem Glühmesser grade von vorn her die Mittellinie der Brust, so gelingt es, bei passender Haltung des stets glühend erhaltenen Messers, das sich im heftigen Streckkrampfe nach vorn schnellende Thier auf die Waffe aufrennen zu lassen, bis es in Folge dieser gewiss nicht zweckmässigen Bewegung verendet.» L. c. Seite 196.

2) Zahlreiche Probeversuche überzeugten mich, dass dieses Verfahren der Reizung dem Kitzeln der Haut mit einer Feder, oder mit einem Pinsel u. s. w. vorzuziehen ist.

(sehr selten, und zwar bei ungewöhnlich gesteigerter Empfindlichkeit) beobachtet man bei der Reizung der Zehen ein Aufheben beider Arme und Beugung beider Beine zugleich.

b) Reizt man die ganze Pfote, oder das Fussgelenk, so gehen am gereizten Fusse die Zehen auseinander; das andere Bein wird erst gebogen, hierauf gestreckt. (Es muss bemerkt werden, dass bei der Reizung der Pfote die Beugung eigentlich nur im Knie- und Fussgelenk stattfindet). Wenn man das Fussgelenk, oder die Pfote eines Beines eine Zeitlang tactil reizt (es muss dabei zu starkes Andrücken vermieden werden) und es frei lässt, so sieht man es sich entweder beugen oder strecken, in beiden Fällen macht das andere Bein immer eine entgegengesetzte Bewegung, d. h. Streckung oder Beugung. In den Armen beobachtet man dieselben Bewegungen wie im vorigen Falle. Man muss nur bemerken, dass jetzt das Aufheben des Armes auf der gereizten Seite eben so leicht hervorzurufen ist, als die entgegengesetzte Bewegung des anderen Armes. Es giebt sogar Fälle, und zwar bei Reizung des Fussgelenkes, wo die Streckung des Armes nach unten leichter zu Stande kommt, als das Aufheben der vorderen Extremität der gereizten Seite.

c) Tactile Reizung der Haut an der Wade und am Schenkel ruft sehr schwer Reflexe hervor. Das Kniegelenk ist gewöhnlich etwas empfindlicher. Bei Reizung an dieser Stelle bemerkt man gewöhnlich folgende Bewegungen. Das gereizte Bein streckt sich in allen Gelenken, und seine Zehen gehen auseinander; am anderen Beine wird der Schenkel, gewöhnlich mit Streckung des Knie- und Fussgelenkes, nach aussen und etwas nach hinten abducirt; hierbei gehen die Zehen gewöhnlich auseinander. Die Bewegungen der Arme, bei Reizung des Kniegelenkes, bestehen in einer Abduction mit Streckung des Gliedes der gereizten Seite nach unten und einer Abduction mit Streckung der Extremität der anderen Seite nach oben.

d) Wenn man die Beine zusammenlegt und sie beide auf die angegebene Weise vom Schenkel bis zum Fussgelenk (inclusive) reizt, so bewegen sich beide Arme nach unten. Reizt man aber die beiden mit den Sohlen an einander gelegten Pfoten allein, so bekommt man verschiedene Combinationen derjenigen Bewegungen, die man bei der Reizung jeder einzelnen Pfote bemerkt.

II. Tactile Reizung der Haut an verschiedenen Regionen des Armes.

a) Von der Pfote aus bekommt man stets die bekannte Bewegung des Umschlingens. In den Beinen ist es schwer von hier aus die Reflexe auszulösen; im Falle sie vorkommen, erscheinen sie in Form einer Abduction des Schenkels der gereizten Seite nach hinten und einer Abduction des anderen Schenkels nach hinten. Streichelt man mit dem Finger die Dorsalfläche einer vorderen Pfote, so entsteht in dem gereizten Arme Abduction und Aufheben und in den Beinen eine sehr complexe Bewegung (bei genügender Intensität ein Umflechten der Beine hinter einander), welche in den Fig. 2 und 3 versinnlicht ist. Fig. 2 stellt den Anfang dieser Bewegung in Folge der Reizung der rechten Pfote und Fig. 3

das Ende derselben dar. Bei Reizung der Dorsalfläche der linken Pfote bekommt man natürlich das Entgegengesetzte, d. h. das linke Bein bewegt sich jetzt hinter dem rechten, und seine Pfote befindet sich am Ende der Bewegung vor der rechten Pfote. Einen Reflex auf den anderen Arm habe ich bei dieser Reizung kein einziges Mal gesehen.

b) Die Reizung der Haut am Ellbogengelenk giebt das Zusammenschliessen der Arme an der Brust, Beugung des entsprechenden Beines und, in seltenen Fällen, Streckung des entgegengesetzten. Die Beugung des Beines ist von hier aus überaus leicht auszulösen; es genügt dazu eine blosse Berührung mit dem Finger der unteren Fläche des Ellbogengelenkes.

III. Einseitige tactile Reizung der Haut am Bauche.

Dieselbe ruft Abduction und Streckung des Armes der gereizten Seite nach unten, Abduction und Aufheben des entgegengesetzten hervor; das Bein der gereizten Seite wird am häufigsten gebeugt, das andere gestreckt.

Alle diese angeführten Thatsachen lassen sich nun unter folgenden 5 Gesichtspunkten zusammenfassen:

1) Die durch die tactile Reizung verschiedener Hautregionen hervorgerufenen Bewegungen bestehen für die hinteren Extremitäten meistentheils in einer einfachen Beugung oder Streckung derselben (eine Ausnahme hiervon machen die Effecte der Reizung des Kniegelenkes und der vorderen Pfote) und für die vorderen in einer Adduction mit Streckung nach unten oder Abduction mit Streckung nach oben (eine Ausnahme hiervon machen die Effecte der Reizung der meisten Hautabschnitte der vorderen Extremität).

2) Wenn man die Bewegungen berücksichtigt, welche, in Folge einer tactilen Reizung, in der vorderen und der hinteren Extremität einer und derselben Seite zugleich auftreten, so ist leicht zu merken, dass das Aufheben des Armes gewöhnlich mit einer Beugung des Beines und die Streckung des Armes nach unten mit einer Streckung des Beines coïncidirt.

3) Wenn in Folge einer einseitigen tactilen Reizung sich in den Extremitäten derselben Seite Bewegungen in einer bestimmten Richtung einstellen, so ist die Richtung in den Extremitäten der anderen Seite immer eine entgegengesetzte. Bestünde z. B. die Bewegung rechterseits in dem Aufheben des Armes und in der Beugung des Beines, so bemerkt man auf der anderen Seite stets eine Streckung des Armes nach unten und Streckung des Beines.

4) Gleichnamige Punkte der Hautoberfläche rechter- und linkerseits erweisen sich als identisch in Bezug auf das Vermögen, reflektorische Bewegungen bestimmter Richtung auszulösen. In Folge dessen wird eine gegebene Bewegung der Extremitäten immer in eine der Richtung nach entgegengesetzte umgewandelt, wenn die Reizung von einer Seite des Körpers auf den entsprechenden Punkt der anderen Seite übertragen wird. Ruft z. B. eine

rechtseitige Reizung der Haut eine Beugung im rechten Beine, Aufheben des rechten Armes, Streckung des linken Beines und eine Streckung des linken Armes nach unten hervor, so bewirkt Reizung einer entsprechenden Stelle linkerseits Streckung des rechten Beines, Streckung nach unten des rechten Armes, Beugung des linken Beines und Aufheben des linken Armes. Zwei Fälle machen hiervon eine Ausnahme: 1) die seltenen Fälle, wo bei der tactilen Reizung der Zehen beide Arme sich aufheben und beide Beine sich beugen, und 2) das Zusammenschliessen der Arme auf der Brust bei der tactilen Reizung der meisten Hautabschnitte der vorderen Extremität.

5) Es ist leicht einzusehen, dass die meisten aller beschriebenen Bewegungen [mit Ausnahme der Bewegung des Beines bei Reizung des entsprechenden Armes (ausser der Pfote) und der Bewegung des Armes und des Beines bei Reizung des Bauches auf der entsprechenden Seite] unter die Idee der Zweckmässigkeit nicht passen.

§ 3. Somit entsteht die Frage, wie sollen nun diese Abweichungen des «zweckmässigwirkenden» Apparats von seiner einzigen Bestimmung, zweckmässig zu wirken, erklärt werden? Betrachtet man die angeführten Bewegungen mit einiger Aufmerksamkeit, so fällt ihre Aehnlichkeit mit den einzelnen Phasen der Lokomotionsbewegungen, und zwar des Kriechens, in die Augen. Letzteres besteht ja eigentlich in nichts Anderem, als in einer periodischen Wiederholung derselben Bewegungen, welche an geköpften Fröschen durch einzelne tactile Reizungen der Haut (z. B. der hinteren Pfote) ausgelöst werden. Um mich von dieser Aehnlichkeit vollständig zu überzeugen, unternahm ich eine neue Reihe von Versuchen mit tactiler Reizung, indem nun dem geköpften Thiere eine frei sitzende Lage auf dem Tische gegeben wurde; um so mehr, als ich aus einer mündlichen Mittheilung des Prof. Setschenow wusste, dass er einige Male Lokomotionsbewegungen an den enthaupteten Fröschen gesehen hatte.

In allen diesen Experimenten wurde die Köpfung gleich unterhalb der Rautengrube angebracht und hierauf das Thier mit dem Rücken nach oben auf eine befeuchtete glatte Oberfläche gesetzt. Zum Ausgangspunkte des Versuches nahm ich immer eine solche Lage des Thieres, wo es die beiden hinteren Extremitäten zum Rumpfe angezogen hielt. Der erste Effect der tactilen Reizung einer der hinteren Pfoten (man streichelt mit dem Finger, ihn sanft andrückend, die Dorsalfläche der Pfote) besteht unter diesen Bedingungen in Folgendem. Das gereizte Bein wird noch stärker an den Rumpf angezogen; der Arm der entsprechenden Seite streckt sich seitwärts und nach vorn; das andere Bein streckt sich seitwärts und nach hinten; der Arm dieser Seite bewegt sich nach hinten dem Rumpfe zu. Dieser ersten Reihe von Bewegungen folgt zuweilen, ohne dass man einen neuen künstlichen Reiz anbringt, eine zweite, und zwar folgende Reihe von Bewegungen. Das gereizte Bein streckt sich aus; das andere beugt sich; der Arm der gereizten Seite bewegt sich nach hinten dem Rumpfe zu; der andere streckt sich seitwärts und nach vorn. Es giebt sogar Fälle, aber selten, dass hierauf wiederum die erste Reihe der Bewegungen zum Vorschein kommt. Somit kann der enthauptete Frosch, in Folge einer einzelnen tac-

tilen Reizung der Haut, einen, zwei oder sogar mehrere Schritte machen. Bei tactiler Reizung einer der vorderen Pfoten besteht der erste Effect in Folgendem. Das Bein der gereizten und der Arm der entgegengesetzten Seite strecken sich in der Richtung vom Rumpfe ab aus, die anderen Glieder bewegen sich in der Richtung zum Rumpfe zu. Dieser Reihe von Bewegungen kann, wie im vorigen Falle, eine zweite, und zwar der Richtung nach entgegengesetzte Reihe von Bewegungen folgen, das heisst, der linke Arm übernimmt die Rolle des rechten, das rechte Bein die Rolle des linken u. s. w. Wenn man einen geköpften Frosch mit den Fingern unter die Arme fasst und ihn ein Paar Mal auf der nassen Oberfläche des Tisches hin und her bewegt, oder wenn man ihn auf diese Oberfläche von einer Höhe fallen lässt, so macht das Thier manchmal sogar mehr als vier Schritte. Bedenkt man andererseits, dass ein sogar unter der Brachialanschwellung geköpfter Frosch im Stande ist, bei Reizung der Haut in der Gegend des *orificii ani*, einen Sprung zu machen, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass beim Frosch überhaupt alle die wesentlichsten Bestandtheile des Lokomotionsapparates im Rückenmark liegen, d. h. nicht bloss die für die einzelnen Bewegungen nöthigen Apparate, sondern auch die diese Bewegungen coordinirenden Einrichtungen.

Von diesem Gesichtspunkte aus lassen sich nun beinahe alle oben beschriebenen reflectorischen Bewegungen an den vertical aufgehängten Fröschen erklären, welche unter das Princip der Zweckmässigkeit in dem üblichen Sinne nicht passen. Sie bekommen die Bedeutung einzelner Phasen der Lokomotionsbewegungen und können, insofern die Flucht des normalen Thieres in Folge einer Reizung ebenfalls ein zweckmässiger Akt ist, dennoch als zweckmässige Bewegungen betrachtet werden. Was nun die oben als Ausnahmen erwähnten Bewegungen anbetrifft, so können sie auf folgende Weise erklärt werden. 1) Das Aufheben der beiden Arme und die Beugung der beiden Beine, welche zuweilen nach der tactilen Reizung der Zehen erfolgen, muss als Sprung gedeutet werden; 2) das Zusammenschliessen der Arme an der Brust bei Reizung dieser Extremitäten ist der Goltz'sche Umarmungsakt; 3) die in den Fig. 2 und 3 dargestellte reflektorische Bewegung der hinteren Extremitäten scheint mir am natürlichsten als eine Art Steuerbewegung gedeutet zu werden, insofern die in diese Lage (Fig. 2) gebrachten hinteren Pfoten dem schwimmenden Frosche offenbar dieselben Dienste leisten können, wie die Schwanzflosse einem Fische; 4) die auf Seite 3 c) erwähnte Bewegung des Beines bei tactiler Reizung des Kniegelenkes der entgegengesetzten Seite bleibt für mich von den angeführten Gesichtspunkten aus unerklärlich.

Indem durch die Versuche mit tactiler Reizung der Haut an geköpften Fröschen die wesentlichsten Bestandtheile des Lokomotionsapparates vom Gehirn aus nach dem Rückenmark verlegt werden, tauchen dabei 2 weitere Fragen auf: 1) in welchem Verhältnisse stehen die verschiedenen Hirnabschnitte zum Rückenmarkstheile des Lokomotionsapparates, und 2) was für ein Verhältniss besteht zwischen diesem letzteren und den zweck-

mässig wirkenden Mechanismen des Rückenmarks, die durch chemische Reizung der Haut in Thätigkeit gesetzt werden? Die Beantwortung der ersten Frage behalte ich mir vor; die Entwickelung der zweiten bildet den II-ten Abschnitt dieses Aufsatzes.

II.

§ 4. Plan der Untersuchung.

Die physiologisch-topographische Erforschung der reflektorisch wirkenden Nervenmechanismen, welche die Haut mit den Muskeln des Skelets verbinden, müsste folgende Hauptfragen umfassen. 1) Die Bestimmung des reflektorischen Elements, d. h. der minimalen Anzahl der in dem Reflexe wirkenden Nervenfasern (sowohl der excitomotorischen, als der motorischen) und der hierzu nöthigen minimalen Abtheilung des Rückenmarks für einen jeden einzelnen Punkt der Haut. 2) Die Bestimmung der Art und Weise, wie sich die Elemente zu reflektorischen Gruppen vereinigen. 3) Die Bestimmung der Verbindungsweise der Gruppen unter einander. Da aber die erste dieser Aufgaben bis jetzt kaum auszuführen ist, so begann ich meine Untersuchung mit der Erforschung der reflektorischen Gruppen. Die Existenz solcher Gruppen kann, wie bekannt, sowohl anatomisch, als mittelst physiologischer Experimente bewiesen werden. Im Rückenmarke des Frosches kann man namentlich mit Gewissheit 2 solche Hauptgruppen unterscheiden, eine vordere für die vorderen Extremitäten und eine hintere für die hinteren[1]). Jede von diesen Gruppen wird hauptsächlich dadurch charakterisirt, dass alle Formen der Bewegungen, welche den Extremitäten unter normalen Verhältnissen zukommen, nach der Ausscheidung der entsprechenden Gruppe aus ihrer Verbindung mit den übrigen Theilen des Rückenmarks (mittelst Durchschneidungen desselben) vollkommen erhalten bleiben. Andererseits charakterisiren sie sich dadurch, dass sie mittelst theilweiser Durchschneidungen in kleinere, den einzelnen Formen der Bewegungen der Extremitäten entsprechende Gruppen zerlegt werden können. Letzteres ist übrigens nur bis zu einem gewissen Grade möglich, und zwar nur an der vorderen reflektorischen Gruppe, weil die beim Operiren an den Rückenmarksanschwellungen so leicht möglichen Verletzungen der Nervenwurzeln nur an dieser Stelle leicht zu vermeiden sind.

In Bezug auf die dritte Frage muss Folgendes bemerkt werden. Da ich durch die dazu gehörigen Versuche eine allseitige Bestimmung der Erregungsbahnen des Rückenmarks, respective der Verbindungen der reflektorischen Gruppen unter einander, bezweckte,

1) Es ist unmöglich, die Begränzung einer ähnlichen Gruppe für die Muskeln des Rumpfes am geköpften Frosch anzugeben.

so bediente ich mich bei diesen Versuchen sowohl der chemischen (starke Schwefelsäure), als der tactilen Reizung der Haut. Die chemische Reizung geschah mit Beachtung folgender allgemeinen Cautelen: 1) in jedem einzelnen Falle ist es durchaus nöthig, die Einmischung der tactilen Momente in die chemische Reizung möglichst zu beschränken (dieses wurde von Prof. Setschenow in seiner oben erwähnten Untersuchung nicht beachtet, da er das Thier während der Reizung in den Händen hielt); 2) es müssen jedes Mal Maassregeln getroffen werden, um das Thier zu verhindern, die Säure von den gereizten Stellen der Haut auf die der Reizung nicht unterliegenden zu übertragen. Zu diesem Zwecke entfernte ich öfters die Haut von den der gereizten Stelle benachbarten Regionen des Körpers, oder überhaupt von den Theilen, welche in Folge der nach der Reizung entstehenden Bewegungen zufällig angeätzt werden könnten. Man könnte vermuthen, dass diese Operation, insofern durch dieselbe ein gewisser Abschnitt der Empfindungsoberfläche aus dem Spiele kommt, und zugleich die Muskeloberfläche auf einer gewissen Strecke blossgelegt wird, nicht ohne Einfluss auf die Reflexe bleiben würde. Es ergab sich aber in allen Fällen, wo es mir möglich war, die Anwendbarkeit des Verfahrens mittelst Probeversuche zu prüfen, dass durch das Abnehmen der Haut der Gang der Erscheinungen nicht im mindesten geändert wird. Untersucht man nämlich die chemischen Reflexe von einem Beine auf die Arme, oder die Reflexe von einem Arme auf das gegenüber liegende Bein, ein Mal unter normalen Verhältnissen, das andere Mal nach dem Abnehmen der Haut, so behalten die Reflexe in beiden Fällen genau denselben Charakter.

In Bezug auf die Lagerung des Thieres während der Reizung muss Folgendes bemerkt werden. Obgleich es wünschenswerth war, das Thier bei jeder Art von Versuchen unbefestigt zu lassen, war dieses jedoch bei Anwendung der chemischen Reizung ganz unmöglich.

§ 5. Die Zerlegung der vorderen reflektorischen Gruppe auf einzelne Gruppen.

Ueber diesen Gegenstand hat Prof. Setschenow schon früher Versuche angestellt und die Ergebnisse derselben in seinem russisch abgefassten «Lehrbuch der Physiologie des Nervensystems» (Seite 191) niedergelegt. Meine Versuche hierüber erweitern und berichtigen einige seiner Resultate.

Ein normaler Frosch (in vertical aufgehängter Lage gedacht) kann die vorderen Extremitäten in folgenden Hauptrichtungen bewegen: sie aufheben (zum Kopfe), herunterlassen, vom Rumpfe abduciren und zum Rumpfe adduciren. Die zwei ersten Formen dieser Bewegungen combiniren sich gewöhnlich, z. B. beim Kriechen und Schwimmen, mit den zwei letzteren: das Aufheben mit der Abduction, das Herunterlassen mit der Adduction; es giebt aber auch Fälle, wo die Bewegung ausschliesslich in einer Richtung stattfindet, z. B. das Adduciren der Arme im sexualen «Akte des Umschlingens». Die reflektorischen Centra, vermittelst welcher alle diese Bewegungen zu Stande kommen,

sind in dem Theile des Rückenmarks zwischen der Spitze der Rautengrube und der oberen Gränze des vierten Wirbels gelegen. Wird namentlich dieser Rückenmarksabschnitt mittelst zweier Durchschnitte aus seiner Verbindung mit den nach vorn und nach hinten gelegenen Theilen der cerebrospinalen Axe ausgeschieden, so gelingt es, an demselben durch gewisse Reizungen der Haut alle die Bewegungen in den vorderen Extremitäten hervorzurufen, welche überhaupt dem normalen Thiere eigen sind. Reizt man z. B. bei einem so operirten Frosche die Haut einer der vorderen Pfoten, oder die Haut am Ellbogen, oder an der Mittellinie der Brust, in allen 3 Fällen tactil, so werden die Arme adducirt. Die Abduction kann hervorgerufen werden: durch chemische Reizung der Haut am Rücken, oder durch ein leises Kneifen eines Fingers des im Adductionszustande befindlichen Armes. Das Herunterlassen wird bewirkt: durch starke chemische Reizung einer beliebigen Stelle der Haut der vorderen Extremität. Das Aufheben des Armes kann hervorgerufen werden: durch chemische Reizung der Haut an der Brust oberhalb des Sternums, durch tactile Reizung der Dorsalfläche der Pfote. Diese Thatsachen beweisen nun augenscheinlich, dass *die reflektorische Gruppe der vorderen Extremitäten in der That im Abschnitte des Rückenmarks zwischen der Spitze der Rautengrube und der oberen Gränze des vierten Wirbels gelegen ist.* Es gelang dem Prof. Setschenow (l. c.) die Bestimmung der oberen Gränze dieser Gruppe nicht, insofern er an den gleich unter der Spitze der Rautengrube geköpften Thieren keine Bewegungen der Arme nach oben gesehen hatte.

Diese grosse reflektorische Gruppe kann (wie Prof. Setschenow in seinem oben angeführten Werke weiter gezeigt hat), mittelst Durchschneidungen des Rückenmarkes, in einzelne, kleinere Gruppen zerlegt werden. Durchschneidet man nämlich das Rückenmark dicht oberhalb der Abgangsstelle der *Plexus brachiales* und an der Gränze zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel, so wird jetzt das Aufheben der Arme überhaupt unmöglich; die Bewegung nach unten ist dagegen leicht durch eine beliebige starke Reizung der Pfote zu bekommen. Die Ab- und Adduction bleiben ebenfalls erhalten, und zwar unter den oben erwähnten Bedingungen der Hautreizung [1]). Ein Schnitt am Rückenmark unmittelbar unter den *plexus brachiales* (der andere Schnitt wird durch die Spitze der Rautengrube geführt) vernichtet die Möglichkeit der Bewegung der Arme nach unten, das Aufheben (bei chemischer Reizung der Pfote), das Ab- und Adduciren der Arme (durch die früher erwähnten Hautreizungen) bleiben zurück [2]).

Wie sind nun alle diese Thatsachen in Bezug auf die Lagerung der die einzelnen Formen dieser Bewegungen bedingenden Reflexcentra zu denken? Am einfachsten wäre es, mit Prof. Setschenow, anzunehmen, dass *die den einzelnen Bewegungsformen entsprechenden*

1) Von den hierüber existirenden Angaben von Prof. Setschenow ist die eine, betreffend den sexualen Akt des Umschlingens, unrichtig; diese Bewegungsform bleibt nach der Durchschneidung des Rückenmarks gleich oberhalb der *Plexus brachiales* erhalten.

2) Auch in diesem Falle ist die Angabe von Professor Setschenow über die Vernichtung der beiderseitigen Adduction unrichtig.

Centra auf verschiedenen Höhen der vorderen reflektorischen Gruppe gelegen sind. Diese höchst wahrscheinliche Vermuthung muss aber erst bewiesen werden, da es möglich ist, sich die topographischen Verhältnisse im Rückenmarke zwischen den Nervenwurzelfasern und den reflectorischen Centra noch anders vorzustellen. Man könnte nämlich denken, dass die Centra für alle Formen der Bewegung an einer einzigen Stelle der Brachialanschwellung angebracht sind, dass weiter die beschriebenen Durchschneidungen der Brachialanschwellung die erwähnten Effecte nicht dadurch zu Stande bringen, dass sie die Centra in einzelne kleinere Gruppen zerlegen, sondern dadurch, dass sie die aus den verschiedenen Haut-, resp. Muskelprovinzen stammenden Nervenfasern treffen. Zu dieser Annahme sollte dann noch Folgendes hinzugefügt werden: die Nervenfasern, welche beim Herunterlassen der Arme thätig sind, müssten (entweder alle sensible, oder alle motorische, oder beide zugleich) von unten her in die Brachialanschwellung aufsteigen; die beim Aufheben der Arme dagegen thätigen sich entgegengesetzt verhalten. Unter diesen Annahmen lassen sich in der That alle die Effecte einzelner Durchschneidungen erklären.

Eine positive experimentelle Beweisführung für die Richtigkeit der ersteren von diesen beiden Ansichten gelang mir nicht; dennoch führe ich weiter unten zwei Versuche an, welche mehr zu Gunsten dieser als der zweiten Ansicht sprechen. Ich schneide einem normalen Frosche von einer Seitenhälfte des Rückenmarks (entweder der rechten, oder der linken) ein 1 — 1,5 Mm. langes Stück gleich oberhalb des *Plexus brachialis* heraus; hierauf bilde ich, mittelst Circulärschnitte durch alle Weichtheile der Oberschenkel, aus den hinteren Extremitäten des Frosches passive (unempfindliche) Halter, fasse die letzteren in die Hand und reize die Haut am Kopfe entweder durch Kneifen, oder Kitzeln, oder mit starker Säure. Hierbei bewegt sich der der Operationsseite entsprechende Arm nicht mehr nach oben, wie unter normalen Verhältnissen, und wie es jetzt der Arm der anderen Seite thut, sondern immer nach unten. Der zweite Versuch besteht darin, dass man ein ebenso langes Stück Rückenmark aus seiner Seitenhälfte nicht ober-, sondern dicht unterhalb des *Plexus brachialis* wegschneidet und die Haut der hinteren Extremitäten oder des Bauches mit starker Säure reizt. Jetzt bewegt sich der Arm der gesunden Seite wie gewöhnlich nach unten, der Arm der verletzten dagegen immer nach oben. Diese Resultate, wenn sie vom zweiten Gesichtspunkte aus erklärt werden müssten, verlangen nun einen ungeheuer verwickelten Verlauf der Nervenfasern; von dem ersten Gesichtspunkte aus erklären sie sich dagegen sehr leicht, indem sie so zu sagen eine logische Folgerung aus dieser Annahme darstellen.

Es gelingt, die vordere reflektorische Gruppe noch weiter zu zerlegen, indem man dieselbe am geköpften Frosche von oben nach unten durch einen Längsschnitt halbirt. Es wird dadurch nur die reflektorische Verbindung des einen Armes mit dem anderen zerstört; alle übrigen Bewegungen in jedem einzelnen Arme bleiben erhalten. Hieraus folgt, dass *jede Rückenmarkshälfte alle die einzelnen reflektorischen Gruppen für die Extremität der entsprechenden Seite in sich einschliesst.*

Wenn man einen Frosch, nach der Ausscheidung der vorderen reflektorischen Gruppe aus ihrer Verbindung mit den übrigen Centraltheilen, auf eine glatte nasse Oberfläche setzt und eine der vorderen Pfoten tactil reizt (man streichelt die Dorsalfläche der Pfote, sie leicht andrückend, mit dem Finger), so bewegt sich gewöhnlich der gereizte Arm nach innen und nach hinten, der andere streckt sich dagegen nach vorn und nach aussen. Eine entsprechende Erscheinung beobachtet man auch in der hinteren reflektorischen Gruppe. Man durchschneide nämlich das Rückenmark an der unteren Gränze des vierten Wirbels und setze das Thier (nach Zerstörung des Hirns und der übrigen Theile des Rückenmarks) auf eine glatte Oberfläche. Wenn man nun eine von den hinteren Pfoten tactil reizt, so zieht sich das gereizte Bein zum Rumpfe zu und das andere streckt sich nach hinten und etwas seitwärts aus. Hieraus folgt, das *die Lokomotionsmechanismen der vorderen Extremitäten und diejenigen der hinteren von einander gesondert liegen, und zwar in den den Extremitäten entsprechenden Rückoenmarkanshwellungen.*

§ 6. Die Verbindung zwischen der rechten und der linken reflektorischen Gruppe der vorderen Extremitäten.

In Bezug auf diese Verbindung, welche sich in der Verbreitung der reflektorischen Bewegungen bei einseitiger Reizung von der gereizten Extremität auf die gegenüberliegende äussert, hat Prof. Setschenow (l. c.) Folgendes angegeben: Köpfung des Frosches unmittelbar oberhalb der Brachialwurzeln zerstört die reflektorische Verbindung zwischen den vorderen Extremitäten.

Meine Versuche hierüber zeigen Folgendes. Bei einem gleich unterhalb der Rautengrube geköpften Frosche ist nur die tactile einseitige Reizung im Stande, die reflektorischen Bewegungen auf der anderen Seite zu erzeugen; die chemische bleibt unter diesen Bedingungen dagegen ohne Erfolg. Alle früheren entgegengesetzten Erfahrungen beruhen, wie sogleich gezeigt wird, auf der Einmischung tactiler Momente in die Erscheinungen der chemischen Reizung. In reiner Form muss der Versuch so angestellt werden: einem gleich unterhalb der Rautengrube geköpften Frosche wird aus der letzten Falange eines Fingers der vorderen Extremität mittelst eines Circulärdurchschnittes aller Weichtheile ein passiver Halter für die Pincette gemacht; die hinteren Extremitäten müssen dabei entweder ganz abgeschnitten, oder mittelst Durchschneidungen der beiden *plexus lumbo-sacrales* paralisirt werden. Unter diesen Bedingungen ist es leicht sich zu überzeugen, dass sogar concentrirte Schwefelsäure, indem sie auf die Haut der mit der Pincette gehaltenen vorderen Extremität applicirt wird, keine Bewegung in der anderen Extremität auslöst. Dieselbe Erscheinung kann man noch auf eine andere Weise beobachten. Man durchschneide einem geköpften Frosche beide *plexus ischiadici*, halte das Thier an den hinteren Extremitäten in horizontaler Lage mit dem Rücken nach oben und reize die Haut einer der vorderen Extremitäten mit Säure. Hierbei muss aber noch die Haut von der Brust und vom

Bauche weggeschnitten werden, sonst überträgt die gereizte Extremität die Säure auf diese Hautregionen.

Um zu bestimmen, in welcher Höhe der cerebrospinalen Axe die Verbindung zwischen den reflektorischen Gruppen der vorderen Extremitäten liegt, wurden weitere Versuche angestellt, und sie ergaben:

a) die Uebertragung der Reflexe bei chemischer Reizung von der einen Seite auf die andere ist bei Unverletztheit der unteren Hälfte der *medulla oblongata* möglich;

b) die Uebertragung der Reflexe bei tactiler Reizung istmöglich: nach Durchschneidung des Rückenmarks sowohl gleich ober- als gleich unterhalb der Brachialwurzeln (im letzteren Falle muss natürlich das Rückenmark von dem Verlängerten getrennt werden).

Ausserdem habe ich noch die vordere reflektorische Gruppe an verschiedenen Höhen, und zwar ober- und unterhalb der Brachialwurzeln und am Niveau derselben, der Länge nach halbirt. In allen 3 Fällen blieb die Verbindung bei tactiler Reizung erhalten, woraus zu schliessen ist, dass die gesuchten Bahnen *auf allen Höhen der reflektorischen Gruppe verlaufen.*

Bei den Versuchen mit der Längsspaltung der vorderen reflektorischen Gruppe stiess ich auf folgende Thatsachen, die nicht ohne Interesse sind. Halbirt man bei einem gleich unterhalb der Rautengrube geköpften Frosch das oberste Stück Rückenmark bis zum Niveau der Brachialwurzeln hinab, so bekommt man eine verstärkte Uebertragung der tactilen Reflexe von der einen Extremität auf die andere; wenn dagegen der tactilen Reizung einer Extremität eine chemische Reizung derselben Extremität unmittelbar vorangeht, so bewirkt die nachfolgende tactile Reizung keine Uebertragung der Reflexe mehr. Die Erscheinung trägt somit einen Charakter, als hätte die chemische Reizung auf den Erfolg der tactilen hemmend gewirkt.

§ 7. Die Verbindung im Rückenmarke des Frosches der reflektorischen Gruppen aller vier Extremitäten unter einander.

Die umfangreichste und am meisten systematisch durchgeführte Untersuchung über diesen Gegenstand in Bezug auf das Rückenmark des Frosches gehört Sanders («Geleidingsbanen in det Ruggenmerg voor de Gevoelsindrukken u. s. w.» Groningen 1866 [1]). Sie unterscheidet sich aber ihrem Gehalte nach von der meinigen dadurch, dass Sanders die Vertheilung sowohl der sensibeln als der motorischen Bahnen im Rückenmark nur in Bezug auf die weisse und graue Substanz dieses Organs, und zwar an den unenthaupteten Thieren, studirte; ich dagegen diese Vertheilung nach dem von Prof. Setschenow (Cen-

1) Da ich leider der holländischen Sprache nicht mächtig bin, so war ich genöthigt, mich mit dem Berichte über die citirte Arbeit («Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie», 1865, S. 434 von Dr. G. Meissner) zu begnügen.

tralbl. für medic. Wissensch. 1865, № 53) entworfenen Plane (in den Ebenen von vorn nach hinten und von links nach rechts), und zwar nur an geköpften Thieren, zu bestimmen suchte. Dem Setschenow'schen Plane gab ich deshalb den Vorzug, weil 1) die isolirten Durchschneidungen der Rückenmarksstränge an einem so kleinen Thiere wie der Frosch illusorisch sind; 2) weil in Bezug auf die Leitung kein fundamentaler Unterschied zwischen der weissen und der grauen Substanz, nach den neuesten anatomischen Erfahrungen hierüber, zu erwarten ist.

Somit hatten meine Versuche folgende Gestalt. Ich reizte an einem gleich unterhalb der Rautengrube geköpften Frosche verschiedene Hautregionen und notirte die hierauf folgenden Bewegungen aller Extremitäten. Die Reizung der Haut war eine zweifache, die chemische (mittelst Schwefelsäure) und die oben beschriebene tactile. Zunächst wurden solche Versuche an geköpften Thieren mit dem sonst unverletzten Rückenmark angestellt; hierauf, und zwar zum Zwecke einer mehr detaillirten Bestimmung der Bahnen, wurden partielle Durchschneidungen des Rückenmarks unternommen. Somit ordnen sich meine Ver-suche in zwei parallele Reihen. Von diesen Reihen ist die eine, und zwar für den Fall der tactilen Reizung der Haut an geköpften Fröschen mit dem sonst unverletzten Rückenmarke, schon im ersten Abschnitte dieser Abhandlung beschrieben worden; die ihr parallele Reihe kommt jetzt zur Sprache.

§ 8. Reizung der Haut mit Säure an geköpften Fröschen mit unverletztem Rückenmarke.

Bei Versuchen mit chemischer Reizung der Haut muss, wie schon oben erwähnt, zunächst dafür gesorgt werden, die Einmischung der tactilen Reizung möglichst auszuschliessen. Zur Erreichung dieses Zweckes habe ich nach vielem Suchen die folgende Form des Experiments erwählt. An den oberen Querbalken eines vertical aufgestellten viereckigen Korkrahmens wurde der Kopf des Frosches (nach Zerstörung des Gehirns) mit Stecknadeln befestigt. Der untere Balken diente, wie sogleich gezeigt wird, zur Befestigung der unteren Extremitäten. In den meisten Versuchen war es noch nöthig, die Haut von der Brust und vom Bauche wegzuschneiden, um die Mitreizung der Haut in Folge der Abwischbewegungen der Extremitäten auszuschliessen. Die Befestigung der hinteren Extremitäten geschah auf folgende Weise. Im Falle, wo man die Reflexe durch Reizung der Haut eines Beines auslöst, wird die letzte Phalanx der längsten Zehe der gereizten Extremität durch einen circulären Schnitt aller Weichtheile paralisirt und an den unteren Balken des Rahmens angesteckt; vom anderen Beine wird die Haut abgezogen; an den frei gelassenen Armen aber bleibt sie verschont. Zur Untersuchung der Reflexe von der Haut eines Beines auf die Muskeln der vorderen Extremitäten allein muss das zu reizende Bein auf dieselbe Weise zubereitet werden; das andere Bein wird mittelst einer Durchschneidung des *plexus lumbo-sacralis* paralisirt und ebenfalls angesteckt. Zur Untersuchung der

Reflexe von der Haut einer der vorderen Extremitäten wird die Haut vom Rumpfe und von den hinteren Extremitäten abgezogen; alle Extremitäten bleiben hierbei unbefestigt. Zur Untersuchung der Reflexe von der Haut des Bauches lässt man alle Extremitäten, nachdem man sie von der Haut entblösst hat, frei. Die Reizung geschieht mittelst eines mit concentrirter Schwefelsäure befeuchteten Glasstäbchens.

Aehnliche Untersuchungen sind schon von Prof. Setschenow angestellt. (Centralbl. für die med. Wissensch. 1865, № 52, 53, 54 und 1866, № 3 und seine «Physiologie des Nervensystems § 66 und 67). Meine Versuche unterscheiden sich von den seinigen dadurch, dass 1) ich die reflektorischen Nervenbahnen nur am geköpften Thiere untersuchte; 2) bilden meine Experimente zwei parallele Reihen, die den verschiedenen Reizen entsprechen, während Prof. Setschenow nur die chemische Reizung gebrauchte; 3) ist bei meinen Versuchen das Moment der tactilen Mitreizung ausgeschlossen, was bei seinen Versuchen nicht der Fall war; endlich 4) reizte er nur die Fusssohle und die Volarfläche der Hand, ich dagegen die Haut an der ganzen Extremität.

Ueber denselben Gegenstand findet man noch einige Bemerkungen bei Paschutin (Zeitschr. f. rat. med. Henle u. Pfeufer. 1866, 3. Reihe, B. XXVIII.). Er untersuchte an einem geköpften Frosche die Verbreitung der tactilen und der chemischen Reflexe von der Haut der hinteren Extremitäten (er reizte sie beide auf einmal) auf die Muskeln der vorderen bei Durchschneidungen sowohl der hinteren, als der vorderen Rückenmarkshälften (im letzteren Falle wurden die Durchschneidungen nur zwischen dem 4. und 5. Wirbel angebracht) und fand hierbei das Bestehen der tactilen Reflexe für den ersten Fall und ihr Verschwinden für den zweiten. Bei seinen Versuchen beging er aber folgenden Fehler. Um die tactile Reizung bei der Einwirkung der Säure auf die Haut auszuschliessen, rieb er die Haut der hinteren Extremitäten so lange, bis die tactilen Reflexe gänzlich verschwanden. Meine Versuche zeigen aber, dass, wenn bei einem geköpften Frosche (und dieses gilt sogar für den Fall eines unverletzten Rückenmarks) nach einem solchen Reiben die tactilen Reflexe wirklich verschwinden, man auch keine chemischen bekommen kann[1]).

Endlich ist noch einer Untersuchung von Sanders-Ezn («Vorarbeit für die Erforschung des Reflexmechanismus u. s. w.», Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig, 1867) zu erwähnen. Er untersuchte ebenfalls die Verbreitung der Reflexe bei chemischer Reizung, aber nur von der hinteren Oberfläche des einen Beines auf die Muskeln desselben und des anderen Beines. Ausserdem leiden seine Versuche bei aller ihrer Sorgfältigkeit an einem Fehler: er fixirt den Körper des geköpften Frosches dadurch, dass er die Arme mit zwei hölzernen Stäbchen unterstützt und den Rumpf mittelst eines Drathringes

1) Das Verschwinden der Reflexe ist in diesem Falle eine örtliche Erscheinung, weil in demselben Augenblicke, wo die chemische Reizung der geriebenen Stellen der Haut auf die Muskeln der vorderen Extremitäten nicht reflektirt wird, eine Reizung der geschonten Stellen Bewegungen in ihnen hervorruft. Die Function der Haut an den geriebenen Stellen stellt sich übrigens in kurzer Zeit wieder her.

mit der Bauchfläche an ein Brettchen anlehnt; dadurch werden natürlich Verhältnisse eingeführt, die zur Entstehung tactiler Reizung führen.

A. Chemische Reizung der Beine.

In Bezug auf die Effekte der chemischen Reizung der Haut muss vor Allem bemerkt werden, dass sie bei weitem nicht so regelmässig und constant sind, wie die entsprechenden Erscheinungen bei tactiler Reizung. Daher beschreibe ich nur diejenigen, welche sich öfters und zwar in bestimmter Richtung wiederholen.

a) Einen Unterschied in den Bewegungen der Arme in Folge der Reizung der Haut der Pfote oder des Unterschenkels allein habe ich nicht bemerkt. In beiden Fällen bekommt man immer eine Bewegung in dem Arme der gereizten Seite, und diese Bewegung besteht entweder in dem Herunterlassen, oder auch (seltener) in einer Abduction und Aufheben desselben. Der andere Arm bewegt sich hierbei bei weitem nicht constant; wenn aber eine Bewegung desselben zu Stande kommt, so besteht sie gewöhnlich im Herunterlassen. Die Erscheinung bleibt unverändert, wenn man das Thier, indem man den Rahmen dreht, in eine horizontale, oder sogar in eine mit dem Kopfe nach unten gekehrte Lage bringt.

b) Ihrer Richtung nach constanter sind die von der Haut des Oberschenkels in den Armen ausgelösten Reflexe, welche überhaupt auch leichter als im vorigen Falle zu Stande kommen. Reizt man die Haut an der Bauchfläche des Oberschenkels, so wird der Arm der gereizten Seite adducirt und nach unten gestreckt, der entgegengesetzte abducirt und ebenfalls ausgestreckt, ausserdem noch (ziemlich oft) zum Kopfe gehoben. Reizt man die äussere Fläche des Oberschenkels, so wird der entsprechende Arm abducirt und bewegt sich hierauf periodisch nach oben und nach unten, der andere Arm wird adducirt.

c) Was die Reflexe von dem einen Beine auf das andere anbetrifft, so bekam ich unconstante Resultate. Meistentheils wird das freigelassene Bein der gereizten Stelle genähert. Lässt man beide Extremitäten unbefestigt, so wechseln gewöhnlich die Bewegungen derselben unter einander; wenn das gereizte Bein sich beugt (was am häufigsten gleich nach der Reizung geschieht), so streckt sich das andere, und umgekehrt.

B. Chemische Reizung der Arme.

a) Reizt man die vordere Pfote, so beugt sich das entsprechende Bein und hebt sich zum gereizten Arme, das andere Bein wird gestreckt.

b) Reizung der Finger, des Ellbogens und des Oberarms allein giebt dieselben Resultate.

Die Reizung der Haut des Bauches auf der einen Seite (rechten oder linken) ruft in beiden Extremitäten der gereizten Seite Reflexe hervor, und zwar eine Annäherung dieser

Extremitäten zu der gereizten Stelle. In den Extremitäten der gegenüber liegenden Seite bemerkt man nur zuweilen schwache und der Richtung nach unbestimmte Bewegungen.

§ 9. Reizungen der Haut bei theilweisen Durchschneidungen des Rückenmarks.

Ich gebrauchte in diesem Theile meiner Untersuchung dieselbe Reizungs- und Befestigungsmethode, wie die im vorigen Paragraphen beschriebenen. Für jede einzelne partielle Durchschneidung des Rückenmarks wurden zuerst die tactilen Reflexe untersucht. Zu diesem Zwecke war dem frei herabhängenden Thiere nur der Kopf an den oberen Balken des Korkrahmens festgesteckt und die einzelnen tactilen Reizungen in gewissen Zeitabständen (Ausruhepausen) angestellt. Nach geschehener tactiler Reizung wurde (wiederum mit einer Ausruhepause) die chemische, und zwar bei Behaltung aller der oben erwähnten Cautelen, vorgenommen. In Bezug auf die letztere muss noch bemerkt werden, dass die Bestimmung der Reflexe von hinten nach vorn vorangehen muss, weil die Untersuchung der entgegengesetzt laufenden Reflexe das Abnehmen der Haut von der Brust, von dem Bauche und den hinteren Extremitäten verlangt.

Die Methode der theilweisen Durchschneidungen des Rückenmarks kann für diejenigen, die mit der Sache nicht aus eigener Erfahrung bekannt sind, als schlecht ausführbar und grob erscheinen. Man braucht aber nur ein Paar Versuche zu machen, um sich von ihrer Tauglichkeit zu überzeugen.

Da es unmöglich ist, die einzelnen Theile des Rückenmarks (besonders die vordere und die hintere Hälfte) scharf von einander zu trennen, so ist es nöthig, nach einem jeden Versuche zum Controliren des Schnittes, das Rückenmark aus der Wirbelsäule heraus zu nehmen. Die in diesem Paragraphen angegebenen Resultate sind aus einer sehr grossen Anzahl von Versuchen entnommen (ich habe mich mit dieser Untersuchung mehr als ein Jahr beschäftigt).

Was nun die Form der Reflexe, d. h. die Richtung, in welcher die Bewegungen erfolgen, anbelangt, so werde ich mich, der Kürze wegen, an folgende allgemeine Regeln halten. Falls sich eine gegebene Bewegung von dem entsprechenden Reflexe am geköpften Thiere mit unverletztem Rückenmarke gar nicht unterscheidet, so werde ich diese Bewegung nur einfach erwähnen und nur die Abweichungen von dieser relativen Norm ausführlich beschreiben. Weiter muss bemerkt werden, dass für diejenigen Reflexe, welche entweder schwach oder inconstant sind, die Bahnen natürlich nicht bestimmt werden konnten. Zu solchen Reflexen gehören z. B. die tactilen Reflexe von dem Arm auf das entgegengesetzte Bein, eben solche Reflexe vom Kniegelenke auf die Arme und die chemischen Reflexe von dem Beine auf den Arm der entgegengesetzten Seite. Was endlich die Stelle aller Querdurchschneidungen des Rückenmarks anbetrifft, so muss bemerkt werden, dass sie nur im Bereiche des vierten Wirbels angebracht werden können, weil beim Frosche nur dieser

Abschnitt des Rückenmarks keine reflektorischen Mechanismen für die vorderen und hinteren Extremitäten enthält.

Ich beginne die Beschreibung mit den Effekten sowohl tactiler, als chemischer Reizung bei seitlichen Durchschneidungen des Rückenmarks. Die Resultate sind tabellarisch und zwar parallel in Bezug auf die zwei Arten von Reizungen zusammengestellt.

A. Beim geköpften (gleich unterhalb der Rautengrube) Frosch ist die rechte Seitenhälfte des Rückenmarks durchschnitten.

		Durchschneidungsorte.		
		I. An der Gränze zwischen dem 3. und 4. Wirbel.	II. In der Mitte des 4ten Wirbels.	III. An d. Gränze zwischen d. 4. und 5. Wirbel.
Die Reflexe vom rechten Bein	auf den rechten Arm	tactile: verschwinden chemische: verschwinden	verschwinden verschwinden	bleiben oft verschwinden
	auf den linken Arm	tact.: bleiben chem.: nicht untersucht	bleiben nicht untersucht	bleiben oft nicht untersucht
Vom linken Bein	auf den linken Arm	tact.: bleiben chem.: bleiben	bleiben bleiben	bleiben bleiben
	auf den rechten Arm	tact.: verschwinden chem.: nicht untersucht	verschwinden nicht untersucht	bleiben oft [1]) nicht untersucht
Vom rechten Arm	auf das rechte Bein	tact.: verschwinden chem.: bleiben	verschwinden verschw. gewöhnl.	verschwinden verschwinden
	auf das linke Bein	tact.: nicht untersucht chem.: verschwinden	nicht untersucht verschwinden	nicht untersucht bleiben oft
Vom linken Arm	auf das linke Bein	tact.: bleiben chem.: bleiben	bleiben bleiben	bleiben bleiben
	auf das rechte Bein	tact.: nicht untersucht chem.: bleiben	nicht untersucht bleiben	nicht untersucht bleiben oft [2])

Wird der Durchschnitt der rechten Rückenmarkshälfte in der Mitte des vierten Wirbels allmählich abgekürzt (d. h. nicht bis zur Mittellinie des Rückenmarks geführt), so erscheinen die verschwundenen Reflexe in folgender Reihenfolge wieder: zunächst alle tactilen Reflexe von hinten nach vorn (hierbei stellt sich eine Art gekreuzter Hyperästhesie ein, insofern jetzt die Reizung der linken hinteren Pfote gewöhnlich eine Bewegung des rechten Armes nach oben nach sich zieht); hierauf kommt der tactile Reflex von der Dorsalfläche

1) Bei den Rückenmarksdurchschneidungen bleiben die gekreuzten tactilen Reflexe von den hinteren Extremitäten auf die vorderen zuweilen auf beiden Seiten vorhanden; zuweilen wird aber nur die Verbindung des einen von den Beinen mit dem gekreuzt liegenden Arme vernichtet. Alles dies erklärt vollständig die Fig. 6.

2) Für die gekreuzten chemischen Reflexe von vorn nach hinten gilt dasselbe, was von der tactilen Verbindung der Beine mit den gekreuzt liegenden Armen gesagt worden ist.

der vorderen rechten Pfote auf das rechte Bein; später der chemische Reflex vom rechten Beine auf den rechten Arm, gewöhnlich in Form einer Aufhebung des letzteren.

Die Resultate aller dieser Experimente sind schematisch durch die Fig. 4, 5, 6 und 7 versinnlicht. In allen Figuren ist das Rückenmark en face gezeichnet. *k* ist die Durchschneidung an der Spitze der Rautengrube; *p*, *intumescentia brachialis*; *s*, *intumesc. lumbalis*; *r* ist der dem 4. Wirbel entsprechende Theil des Rückenmarks; die punktirten Linien *m*, *n*, *o* bezeichnen die Seitenschnitte des Rückenmarks an verschiedenen Höhen des 4. Wirbels; *a*, *a'* die Eintrittsstellen der hinteren Wurzeln in das Rückenmark; *b*, *b'* die entsprechenden Ursprungsstellen der vorderen Wurzeln. Die tactilen Bahnen sind in allen Figuren mit dicken Linien bezeichnet, die chemischen mit feinen. Fig. 4 stellt das Schema der tactilen und chemischen Bahnen, welche die Haut des Beines mit den Muskeln des entsprechenden Armes verbinden, vor. In der Fig. 5 ist die Verbindung zwischen der Haut der Arme mit den Beinen der entsprechenden Seite dargestellt. Hier ist es, wie es die Experimente zeigen, nöthig, ausser der chemischen Bahn *a'b'*, noch eine andere *ab* (der feine Strich), anzunehmen. Diese letzte Bahn hat die Fähigkeit, den Schnitt *m* zu umgehen, und ist schon vom Prof. Setschenow angezeigt worden; er schreibt ihr aber diese Fähigkeit für alle Seitenschnitte im Bereiche des 4. Wirbels zu, was nach meinen Versuchen, und zwar für die Fälle, wo der Schnitt in die untere Hälfte des 4. Wirbels fällt, nicht richtig ist. Fig. 6 stellt die tactilen Bahnen, *ab'* und *a'b*, dar, welche die Haut der Beine mit den gekreuzt liegenden Armen verbinden. Fig. 7 stellt die gekreuzten chemischen Bahnen zwischen der Haut der Arme und den Muskeln der gekreuzt liegenden Beine dar.

Auf Grund dieser schematischen Darstellung wäre zu erwarten, dass bei einem Frosche, welchem Seitenschnitte durch das Rückenmak rechts an der oberen Gränze und links an der unteren Gränze des 4. Wirbels geführt werden, die chemischen Bahnen zwischen der Haut des rechten Armes und den Muskeln des rechten Beines jedenfalls unverletzt bleiben, und vielleicht auch die gekreuzten tactilen Reflexe von der Haut des rechten Beines und die gekreuzten chemischen von der Haut des linken Armes erhalten werden. Die Experimente bestätigten diese Voraussetzung vollständig.

B. Durchschneidungen der hinteren Rückenmarkshälfte.

I. An der oberen Gränze des 4ten Wirbels.

Die Operation wird auf folgende von Prof. Setschenow angegebene Weise ausgeführt. Nach Blosslegung des Rückenmarks wird dasselbe von einer Seite her in der gewünschten Höhe mit einer feinen Nadel, welche als eine richtende Sonde für die nachfolgende Durchschneidung dient, quer durchstochen.

a) Tactile Reflexe: *α*) von hinten nach vorn bleiben alle zurück, wie beim norma-

len geköpften Frosche; β) von vorn nach hinten verschwinden sie gewöhnlich. Zuweilen bleibt nur der Reflex von der Dorsalfläche der vorderen Pfote.

b) Chemische Reflexe: α) von hinten nach vorn bleiben zurück, von der Pfote aus gewöhnlich in Form eines Aufhebens des entsprechenden Armes; β) von vorn nach hinten bleiben sie ebenfalls zurück.

II. An der unteren Gränze des 4ten Wirbels.

a′) Tactile Reflexe: α) von hinten nach vorn bleiben oft intact, und in diesem Falle ruft eine Reizung der hinteren Pfote eine Bewegung des gekreuzt liegenden Armes immer nach oben hervor; β) von vorn nach hinten sind die Reflexe immer vorhanden.

b′) Chemische Reflexe: α) von hinten nach vorn verschwinden sie immer; β) von vorn nach hinten bleiben sie immer zurück.

Wenn man den Schnitt der hinteren Rückenmarkshälfte an der unteren Gränze des 4. Wirbels nicht tief führt, so ruft die chemische Reizung der hinteren Pfote das Aufheben des entsprechenden und zuweilen auch des gekreuzt liegenden Armes hervor; bei dieser Form des Versuches ist das Aufheben der Arme constanter und schärfer ausgedrückt, als in B, I und bei den flachen Seitenschnitten des Rückenmarks. Führt man durch die hintere Rückenmarkshälfte in einer beliebigen Höhe des 4. Wirbels flache Schnitte, so werden überhaupt alle tactilen Reflexe (von hinten nach vorn und umgekehrt) verstärkt.

In der Fig. 8 sind die Resultate der Versuche mit den Durchschneidungen der hinteren Rückenmarkshälften (*m′* und *o′*) schematisirt. Das Rückenmark ist hier, wie es sich von selbst versteht, im Profil dargestellt.

C. Durchschneidungen der vorderen Rückenmarkshälfte.

I. An der oberen Gränze des 4ten Wirbels.

Operation: In die Mitte des entblössten Rückenmarks wird in der gewünschten Höhe, von einer Seite her, eine feine Nadel quer eingestochen und hierauf wieder herausgezogen, indem ihre Spitze nach unten zu angedrückt wird. Man muss dieses letzte Manoeuver ein Paar Mal wiederholen, und vor Allem sich durch Probeversuche überzeugen, dass die Reflexe sowohl in den vorderen, als in den hinteren Extremitäten intact geblieben sind.

a_1) Tactile Reflexe: α) von hinten nach vorn verschwinden immer; β) von vorn nach hinten bleiben oft zurück.

b_1) Chemische Reflexe: α) von hinten nach vorn verschwinden immer (Setschenow); β) von vorn nach hinten bleiben zurück (Setschenow).

II. An der unteren Gränze des 4ten Wirbels.

a'_1) Tactile Reflexe: α) von hinten nach vorn bleiben zuweilen; β) von vorn nach hinten verschwinden immer.

b'_1) Chemische Reflexe: α) von hinten nach vorn bleiben immer zurück (Setschenow); β) von vorn nach hinten verschwinden immer (Setschenow).

In Fig. 9 sind diese Resultate schematisch dargestellt. Das Rückenmark ist auch hier im Profil gezeichnet.

---

§ 10. Bei der Zusammenstellung der Folgerungen, welche aus den Versuchen des zweiten Abschnittes resultiren, werde ich besonders die Frage, ob die Erregungsbahnen bei der chemischen und bei der tactilen Reizung der entsprechenden Hautstellen zusammenfallen, oder gesondert von einander die Länge des Rückenmarks durchziehen, ins Auge fassen.

Erst will ich die Folgerungen hervorheben, welche aus der ganzen Summe von Experimenten unmittelbar hervorgehen. Zu diesem Zwecke werde ich alle Erscheinungen in eine Anzahl von Gruppen theilen und für jede einzelne Gruppe statistisch bestimmen, welche von den beiden Arten der Hautreizung in Bezug auf die Auslösung der Bewegungen als eine wirksamere erscheint; hierauf werde ich für jede einzelne Gruppe den Unterschied in der Form der durch chemische und tactile Reizung der entsprechenden Hautstellen hervorgebrachten Bewegungen notiren. Die 1. Gruppe wird die Reflexe von der Haut eines Armes auf die Muskeln desselben Armes enthalten; die 2. Gruppe die Reflexe von der Haut des einen Armes auf die Muskeln des anderen; die 3. Gruppe die Reflexe von der Haut eines Beines auf die Muskeln desselben Beines; die 4. Gruppe die Reflexe von der Haut eines Beines auf die Muskeln des anderen; die 5. Gruppe die Reflexe von der Haut der Arme auf die Muskeln der Beine (von vorn nach hinten); dabei werden, wie auch in der nachfolgenden Gruppe, zweierlei Arten von Reflexen unterschieden: die geraden (d. h., wenn die gereizte und die sich bewegende Extremität auf einer Seite des Körpers liegen) und die gekreuzten; die 6. Gruppe wird enthalten die Reflexe von der Haut der Beine auf die Muskeln der Arme (die geraden und die gekreuzten). Die zu den Gruppen 5 und 6 gehörigen Erscheinungen müssen noch mit Bezugnahme folgender verschiedener Verhältnisse erörtert werden: a) bei der Unverletztheit des Rückenmarks eines geköpften Thieres; b) bei den Durchschneidungen seiner Seitenhälften; c) bei den Durchschneidungen der hinteren Hälfte und endlich d) bei den Durchschneidungen der vorderen Hälfte des Rückenmarks.

1. Gruppe. Bei der chemischen Reizung verschiedener Hautabschnitte des Armes habe ich keinen merklichen Unterschied in der Empfindlichkeit verschiedener Hautstellen[1]) (in Bezug auf die Auslösung der Reflexe) constatiren können: Bewegungen werden von allen Stellen aus hervorgerufen. Letzteres findet auch bei der tactilen Reizung der Haut des Armes statt; hier aber zeichnen sich einige Stellen durch ihre grössere Empfindlich-

1) Man muss nicht vergessen, dass ich die Haut immer mit starker Säure reize.

keit im Vergleich mit den anderen aus, so z. B. die Pfote und der Ellbogen. Dieser erste Unterschied wird vielleicht nur dadurch bedingt, dass die chemische Reizung zu stark war, um die ungleiche Vertheilung der Empfindlichkeit aufdecken zu lassen. Was die Richtung der Bewegungen anbetrifft, so ist hier der Unterschied zwischen der chemischen und der tactilen Reizung sehr scharf ausgeprägt; im ersten Falle besteht der nächste Effekt einer an beliebiger Stelle angebrachten Reizung ausschliesslich in einem Herunterlassen des Armes, während bei der anderen Form der Reizung die Richtung der Bewegungen sich mit dem Reizungsorte ändert (Adduction des Armes bei Reizung des Ellbogens, Abduction desselben mit Aufheben bei Reizung der Dorsalfläche der Pfote). Die der chemischen Reizung nachfolgende Bewegung ist zweckmässig im Sinne der Entfernung des Reizes: der Frosch wischt die herunter gelassene Extremität am Bauche ab; während der erste von den angeführten Effekten der tactilen Reizung zum Umschlingungsakte gehört, und der zweite eine Lokomotionsphase darstellt.

2. Gruppe. Die chemische Reizung ist gänzlich unwirksam; die tactile aber erzeugt eine Adduction des anderen Armes (Akt des Umschlingens). Da dieser Unterschied zwischen den Effekten der tactilen und der chemischen Reizung einer der schärfsten ist, und daher als ein starker Beweis zu Gunsten der Verschiedenheit der tactilen und der schmerzerregenden Nervenbahnen dienen kann, so bemühte ich mich, die Frage zu lösen, ob er nicht von irgend einem Nebenumstande, z. B. von der Stärke der chemischen Reizung abhängig ist. Ich hatte namentlich den Gedanken, dass die Reizung mit starker Säure in diesem Falle möglicherweise ähnlich wirke, wie die nach den Versuchen von Setschenow («Ueber die electrische und chemische Reizung u. s. w.» Graz 1868) zu den sensibeln Nerven applicirte starke elektrische Reizung. Zu diesem Zwecke stellte ich Versuche mit verdünnter Schwefelsäure an, der Effekt blieb aber unverändert. Somit haben wir hier einen unzweideutigen Unterschied zwischen den tactilen und den schmerzerregenden Bahnen.

3. Gruppe. Für starke Säure erscheinen alle Hautregionen des Beines erregbar in Bezug auf die Auslösung von Bewegungen; dasselbe gilt auch für die tactile Reizung; hier ist aber die Hauterregbarkeit sehr ungleichmässig vertheilt: am stärksten ist sie an der Pfote, hierauf folgt das Fussgelenk und dann das Kniegelenk[1]). In Bezug auf die Form der Bewegungen ist es unmöglich, wegen der zu grossen Mannigfaltigkeit der in Folge der chemischen Reizung entstehenden Reflexe (man siehe z. B. die Versuche von Sanders-Ezn «Vorarbeit u. s. w.»), einen Unterschied zwischen der tactilen und der chemischen Reizung festzustellen; es lässt sich hierüber im Allgemeinen nur Folgendes sagen. Alle Bewegungen, die der tactilen Reizung folgen, sind einfacher, constanter und können als einzelne Phasen der Lokomotion (des Kriechens und des Schwimmens) betrachtet werden, während

1) Versuche über die Hautempfindlichkeit am Beine für verdünnte Säure habe ich nicht angestellt, will daher auch nicht behaupten, dass der angeführte Unterschied nicht von einer Verschiedenheit der Reizungsstärke abhängig ist.

die Effekte der chemischen Reizung bei weitem complicirter sind, und in dieser Hinsicht ist der Unterschied zwischen den Effekten der Reizungen beider Art unzweifelhaft.

4. Grupe. Die chemische Reizung ist von allen Punkten der Hautoberfläche aus wirksam; die tactile ebenfalls, aber mit dem Unterschiede, dass hier wiederum die Hautempfindlichkeit ungleichmässig vertheilt ist: auch hier ist die Pfote, das Fuss- und Kniegelenk bedeutend erregbarer im Vergleich mit den anderen Stellen der Haut. Die Vergleichung der Effekte beider Arten von Reizungen in Bezug auf die Form der Bewegungen ist hier wiederum beschwerlich, und zwar aus demselben Grunde, wie im vorigen Falle. Die tactile Reizung ruft auch in diesem Falle meistentheils rein locomotorische Bewegungen hervor, während die chemische gewöhnlich die sogenannten «Wischbewegungen» auslöst. Es giebt dennoch Fälle, wo man auch bei chemischer Reizung Bewegungen mit dem locomotorischen Charakter zu sehen bekommt; diese Reflexe sind aber flüchtig und werden gewöhnlich durch die Wischbewegungen vollständig verdeckt. In diesem Sinne bekommen wir wiederum einen Unterschied zwischen den Effekten beider Arten von Reizungen.

5. Gruppe. a) Normale Verhältnisse (das Rückenmark unverletzt): α) gerade Reflexe von vorn nach hinten: gegen die chemische Reizung sind alle Hautstellen des Armes fähig, Bewegungen im gleichseitigen Beine auszulösen; für die tactile Reizung gilt dasselbe, nur erweisen sich hierbei die Pfote und der Ellbogen bedeutend empfindlicher, als die übrigen Hautstellen. In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied zwischen den beiden Arten von Reizungen sehr scharf: die chemische (und zwar von einer beliebigen Stelle der Hautoberfläche des Armes aus) ruft eine Annäherung des Beines zur gereizten Stelle (also hauptsächlich eine Beugung desselben) hervor; die tactile dagegen bringt ausser der Beugung (bei Reizung des Ellbogens) noch eine Abduction der Extremität nach hinten (bei Reizung der Pfote) und ein Verflechten der Beine hinter einander (bei Reizung der Dorsalfläche der Pfote). β) gekreuzte Reflexe von vorn nach hinten: die chemischen sind schwächer als die entsprechenden geraden, dennoch schärfer ausgeprägt als die gekreuzten tactilen, welche überhaupt so schwach sind (am vertical aufgehängten Frosch!), dass es mir unmöglich war, die entsprechenden Bahnen mittelst partieller Durchschneidungen des Rückenmarks zu bestimmen. Die Form der chemischen Reflexe besteht in einer Streckung des Beines; die Form der tactilen entweder in einer Streckung des Beines (bei Reizung des Ellbogens), oder in einer Adduction desselben nach vorn (bei Reizung der Pfote), oder endlich in einem Verflechten der Beine unter einander (bei Reizung der Dorsalfläche der Pfote).

b) Seitenschnitte des Rückenmarks. Die chemische Reizung von vorn nach hinten ist wirksamer als die tactile; es giebt nämliche solche Fälle von Rückenmarksdurchschneidungen (zwischen dem 3. und 4. Wirbel), wo die chemischen Reflexe allein vorhanden sind, während das Umgekehrte nie Statt findet In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied derselbe wie im vorigen Falle.

c) Durschneidungen der hinteren Rückenmarkshälfte. Die chemische Reizung

von vorn nach hinten ist wirksamer, als die tactile. In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied derselbe wie im vorigen Falle.

d) Durchschneidungen der vorderen Rückenmarkshälfte. Die chemische Reizung von vorn nach hinten ist wirksamer, als die tactile. In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied derselbe wie im vorigen Falle.

6. Gruppe. a) Normale Verhältnisse. α) Gerade Reflexe von hinten nach vorn: die chemischen Reize sind wirksamer bei Reizung der oberen Hautregionen des Beines (des Oberschenkels); die tactile, im Gegentheil, bei Reizung der unteren Abschnitte (der Zehen, der Pfote, des Fussgelenks) desselben. Der Effekt der chemischen Reizung besteht meistentheils in einem Herunterlassen des entsprechenden Armes (das Aufheben desselben wird nur von der äusseren Fläche des Oberschenkels und in seltenen Fällen von der Pfote aus beobachtet). Der Effekt der tactilen Reizung der unteren Hautregionen des Beines besteht dagegen immer in einem Aufheben des entsprechenden Armes; der Effekt der Reizung der oberen Hautstellen (das Kniegelenk) wiederum in einem Herunterlassen der vorderen Extremität. β) Gekreuzte Reflexe: die chemischen sind schwächer, als die tactilen, und zwar so schwach, dass es unmöglich ist, die entsprechenden Bahnen durch partielle Durchschneidungen des Rückenmarks zu bestimmen. Für die tactile Reizung bleibt für diesen Fall die Vertheilung der Hautempfindlichkeit dieselbe wie für die geraden tactilen Reflexe. Die Bewegungen bei chemischer Reizung bestehen in einer Abduction mit dem Aufheben des gekreuzt liegenden Armes (bei Reizung der Bauchfläche des Oberschenkels) und in einem Herunterlassen desselben (z. B. bei Reizung der äusseren Fläche des Oberschenkels und der Pfote; bei tactiler Reizung in einem Herunterlassen des Armes (bei Reizung der unteren Hautabschnitte des Beines) und in einem Aufheben desselben (bei Reizung der oberen Hautregionen).

b) Seitenschnitte des Rückenmarks. Die chemische Reizung ist weniger wirksam, als die tactile. In Bezug auf den Unterschied in der Form der Bewegungen gilt dasselbe, was im vorigen Falle darüber gesagt worden ist, nur muss man bemerken, dass hier bei chemischer Reizung der hinteren Pfote das Aufheben des entsprechenden Armes öfter geschieht, als das Herunterlassen desselben.

c) Durchschneidungen der hinteren Rückenmarkshälfte. Die chemische Reizung ist weniger wirksam als die tactile. In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied derselbe, wie im vorigen Falle. Hier ist aber das Aufheben des entsprechenden Armes (und zuweilen auch des gekreuzt liegenden) in Folge der chemischen Reizung der hinteren Pfote fast eine constante Erscheinung.

d) Durchschneidungen der vorderen Rückenmarkshälfte. Die chemische Reizung ist wirksamer, als die tactile. In Bezug auf die Form der Bewegungen ist der Unterschied derselbe wie in a).

Aus den in den Gruppen 5) und 6) gesammelten Resultaten lässt sich zunächst schliessen, dass für die tactile Reizung die Reflexe von hinten nach vorn leichter zu

Stande kommen, als die umgekehrten; für die chemische aber umgekehrt. Die Erklärung der ersten Hälfte dieses Satzes muss darin gesucht werden, dass beim Frosche überhaupt die hinteren Extremitäten an den lokomotorischen Akten und allen dieselben begleitenden Zufälligkeiten mehr als die vorderen betheiligt sind, folglich die ersteren überhaupt eines viel feineren Tastgefühles bedürfen, als die letzteren, da es allgemein angenommen wird, dass die von der Haut aus stammenden Empfindungsmomente eine Rolle in den Lokomotionsvorgängen spielen. Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich weiter die verhältnissmässig grössere Empfindlichkeit für tactile Reize der Haut an den Pfoten und in den Gelenken erklären. Was nun die zweite Hälfte unseres Satzes anbelangt, so könnte sie durch folgende allgemeine Betrachtungen erklärt werden. Da die Säure, als ein schmerzerregender Reiz, Reflexe im Sinne der Abstossung desselben hervorruft, so ist es leicht zu begreifen, dass die hinteren Extremitäten des Frosches, welche sich zur Erreichung dieses Zweckes viel besser als die vorderen eignen, überhaupt leichter als die letzteren durch schmerzerregende Reizungen in Bewegung gesetzt werden müssen. Um so mehr in unserem Falle, wo bei der chemischen Reizung der Haut eines Armes das Bein im Stande war, sich der gereizten Stelle anzunähern, während eine dem Zwecke nach entsprechende Annäherung des Armes zu dem gereizten Beine unmöglich blieb.

Was endlich die Versuche mit den Effecten der tactilen und chemischen Reizung bei partiellen Durchschneidungen des Rückenmarks anbetrifft, so ist zur Erklärung der hierzu gehörenden Erscheinungen am einfachsten Folgendes anzunehmen:

1) Wenn von einer gegebenen Hautstelle aus zwei oder mehrere der Form nach verschiedene Reflexe möglich sind, so liegen die ihnen im Rückenmark entsprechenden Bahnen gesondert von einander (von der Haut der hinteren Pfote aus kann, z. B. bei chemischer Reizung, der Arm der entsprechenden Seite sowohl gehoben als heruntergelassen werden; dem entsprechend kann eine Durchschneidung der hinteren Rückenmarkshälfte eine Art von Reflexe unmöglich machen).

2) Erregungen verschiedener Qualität, an eine und dieselbe Hautstelle angebracht, verlaufen längs des Rückenmarks in Bahnen, welche topographisch von einander verschieden sind.

In diesen beiden Annahmen ist offenbar die bestätigende Entscheidung unserer Hauptfrage über die Differenz der den chemischen und tactilen Reizen dienenden Erregungsbahnen im Rückenmark enthalten.

Diese Hypothese muss aber einstweilen als provisorisch betrachtet werden, weil ich bis jetzt ausser Stande war, alle zur Sache gehörigen Momente experimentell zu prüfen. So z. B. wird von mir das Wegbleiben einer gewissen Art von Reflexe bei einer gewissen Art von Rückenmarksdurchschneidung nur einer Trennung gewisser Bahnen zugeschrieben, während es noch als Folge einer Umänderung der Rückenmarkserregbarkeit in einer ge-

wissen Richtung aufgefasst werden könnte. Weiter könnte man sich die Form der Reflexe nicht nur von der Qualität der Reizung, sondern auch von der Dauer und Stärke derselben abhängig denken. Die Erforschung dieser Momente ist leider zu schwierig, um schon jetzt unternommen zu werden.

Es ist mir höchst angenehm, hier meinen innigsten Dank dem Herrn Prof. Setschenow auszusprechen, auf dessen Vorschlag und unter dessen Leitung diese Arbeit gemacht worden ist.



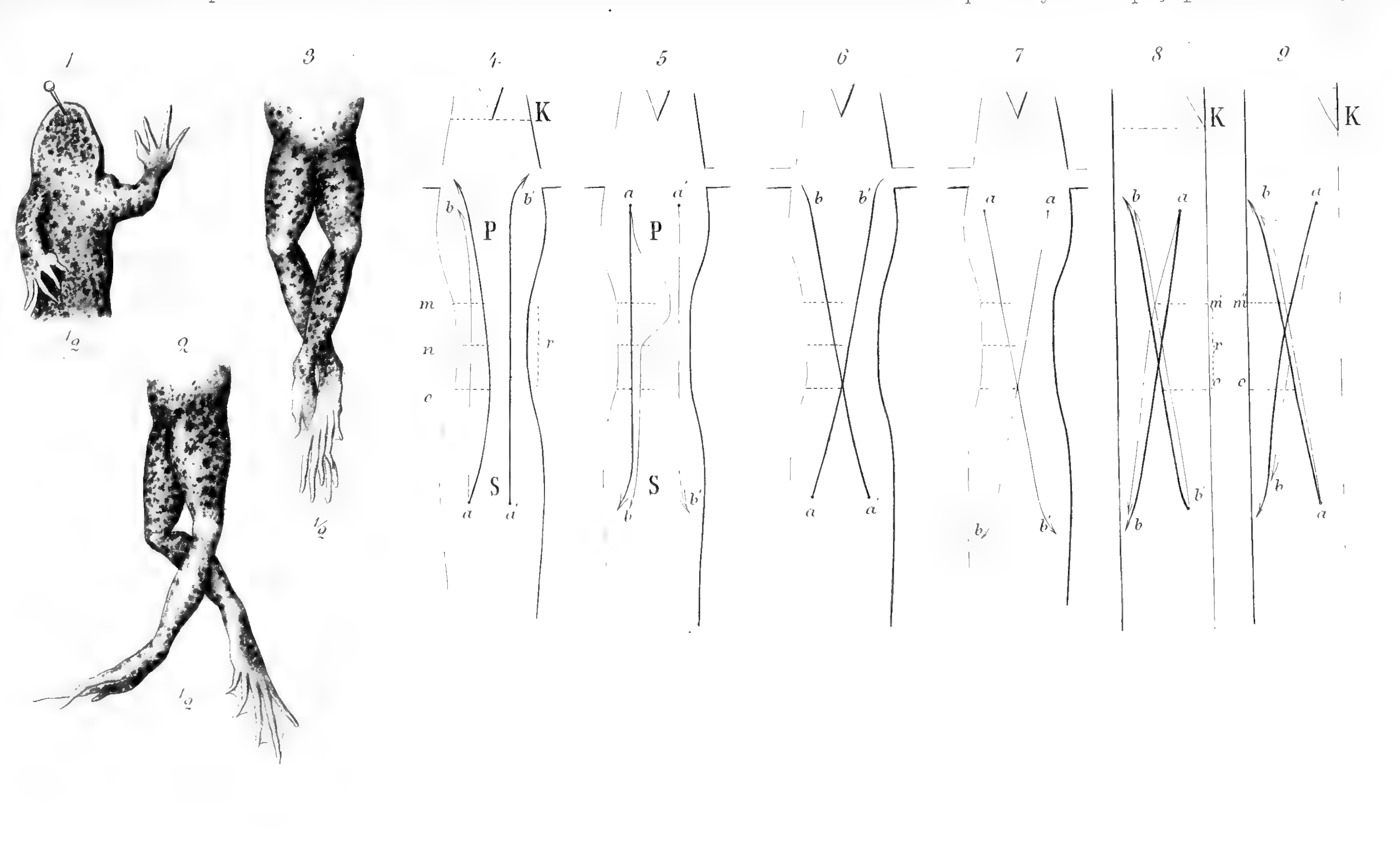


Рис. Максимова

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, № 8.

ANATOMISCH-HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

SIPUNCULUS NUDUS L.

VON

Dr. **Alexander Brandt.**

(Mit 2 Tafeln.)

Présenté le 10 février 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;
à Riga, M. N. Kymmel;
à Odessa, A. E. Kechribardshi;
à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 60 Kop. = 20 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences
Novembre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Als sich mir im Frühjahre 1869 die Gelegenheit bot, einen längeren Aufenthalt in Neapel zu nehmen, hoffte ich, daselbst Untersuchungen über die, so gut wie unbekannte, embryonale Entwickelung des *Sipunculus nudus* anstellen zu können. Leider wurde mein Vorhaben durch das verspätete Auftreten männlicher, geschlechtsreifer Thiere vereitelt, ein Umstand, der dem Einfluss des ausnehmend strengen Winters und der auch später noch lange anhaltenden, rauhen, stürmischen Witterung zu zuschreiben ist. Indem ich ursprünglich nach reifen Geschlechtsproducten in der Leibesflüssigkeit suchte und zu diesem Zweck Massen von Exemplaren durchmusterte, vertiefte ich mich jedoch bald in ein genaueres histologisches Studium der Leibesflüssigkeit. Es fesselten mich hierbei nicht blos die in derselben vorkommenden Entwicklungsstufen der Geschlechtsproducte, sondern auch die specifischen Elemente, die Blutkörperchen, welche manche bemerkenswerthe Anklänge an die der Wirbelthiere bieten; ferner interessirten mich besonders auch die constant in der Leibesflüssigkeit vorkommenden topfförmigen Gebilde. So wurde aus einer embryologischen Arbeit eine hauptsächlich histologische. Um übrigens auch die gröbere Anatomie des Sipunculus nicht ganz zu vernachlässigen, stellte ich einige Untersuchungen über den Tentacular-Gefässapparat und die an der Bauchfläche mündenden braunen Schläuche an, über welche bisher noch manche Unklarheiten und Widersprüche herrschten. Und so hoffe ich denn, alles in allem eine immerhin nicht ganz werthlose anotomisch-histologische Nachlese am *Sipunculus nudus* gehalten zu haben.

Auf den folgenden Blättern sollen in einzelnen Abschitten die Histologie der Leibesflüssigkeit, der Bau des Tentacular-Gefässapparates, die braunen Schläuche und die Geschlechtsorgane besprochen werden. Ein jeder dieser von einander fast unabhängigen Abschnitte wird eine Übersicht der einschlagenden Literatur bringen, wesshalb eine allgemeine historische Einleitung überflüssig sein dürfte.

I.
Leibesflüssigkeit.

(Taf. I).

Bekanntlich ist die gesammte Leibeshöhle des Sipunculus von einer trüben, blassweinrothen Emulsion, dem Blute oder der Leibesflüssigkeit, angefüllt. Bei dem Mangel von ernährenden Blutgefässen werden mithin sämmtliche Eingeweide direct von allen Seiten von der ernährenden Flüssigkeit umspült. Die Quantität derselben dürfte bei grossen Exemplaren etwa auf einen Esslöffel geschätzt werden. Schneidet oder sticht man einen lebenden Wurm an, so spritzt die Flüssigkeit, getrieben durch die Contractionen des Hautmuskelschlauches, als kräftiger Strahl aus der Wunde hervor. Die Leibesflüssigkeit besitzt einen specifischen Geruch. Obgleich es bekanntlich ein missliches Ding ist Gerüche zu definiren, so stehe ich doch nicht an, diesen Geruch mit dem frischer Gurken zu vergleichen, und dies um so weniger, als ich finde, dass Delle Chiaje [1]) ihn bereits mit dem, gewiss ähnlichen, Geruch von *Cucurbita citrullus L.* verglichen hat. Schon mit blossem Auge gewahrt man leicht, dass die Leibesflüssigkeit gewisse, feste Bestandtheile suspendirt enthält; da einige derselben makroskopische Dimensionen erreichen können. Diese morphologischen Bestandtheile verdienen in vollem Grade die Aufmerksamkeit der Histologen; und in der That so interessante und mannigfache Elemente finden sich wohl nicht so leicht in dem Blute der anderen Classen des Thierreiches wieder. Neben farbigen und farblosen Blutköperchen, findet man nämlich in der Leibesflüssigkeit des Sipunculus noch eigenthümliche, bewimperte Töpfchen, membranöse Blasen, so wie Geschlechtsproducte und ihre Entwicklungsstufen. Wir wollen in diesem Abschnitt nur die specifischen Elemente berücksichtigen und mit den am meisten characteristischen, den Blutkörperchen beginnen.

1. Farbige Blutkörperchen. (Fig. 1—8). Sie bilden die Hauptmasse aller histologischen Elemente des Blutes und bedingen dessen Farbe. Zuerst wurden sie, so viel ich weiss, vom *Sipunculus indicus* von Peters [2]) gelegentlich abgebildet; ohne dass er ihrer im Texte erwähnte. Mögen diese Abbildungen unseren heutigen Anforderungen noch auch mangelhaft sein, so scheinen sie doch wenigstens eine Eigenthümlichkeit auszudrücken, welche von späteren Forschern übersehen wurde, nämlich, dass die Oberfläche der Körperchen nicht glatt ist, sondern auch Einknüllungen zeigt. Da der *Sipunculus indicus* von Mozambique dem europaeischen *Sipunculus nudus* so nahe steht, dass er mit ihm selbst von

1) Memorie degli animali senza vertebre, 1823. 4. Vol. I. Su l'anatomia e la classificazione del Sifunculo nudo. p. 11.

2) Üb. d. Fortpflanzungsorgane des Sipunculus. Müller's Archiv. 1850. Taf. IV. Fig. F.

manchen Zoologen confundirt wurde, so glaubte ich die Peters'schen Abbildungen hier kurz erwähnen zu dürfen. Etwas später spricht der unermüdliche Erforscher niederer Seethiere, Krohn[1]), beiläufig in einer Anmerkung über die Blutkörperchen des *Sipunculus nudus*. Er nennt sie «scheiben- oder rübenförmige», winzige, schwach rosenröthlich tingirte Körperchen, von denen die kleinsten $^{3}/_{250}$ Millim. (0,012 mm.) messen, und denen die Leibesflüssigkeit ihre röthliche Färbung verdanke. In neuerer Zeit haben Keferstein und Ehlers[2]), welche werthvolle Untersuchungen über die Anatomie des Sipunculus lieferten, die Leibesflüssigkeit genauer geprüft, und hierbei auch den Blutkörperchen einige Zeilen gewidmet. Sie bezeichnen dieselben als runde oder brodförmige, schwach gelbliche Scheiben, welche durch Essigsäuere kugelig werden und dann eine starke Membran und einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen zeigen. Ihren Durchmesser bei runder Form geben die Verfasser auf 0,016 mm., den des Kernes auf 0,004 mm. an. Ferner fügen sie noch hinzu, dass diese Blutkörperchen die Hauptmasse der geformten Elemente des Blutes bilden und ihm die Farbe geben. Auf diese Beschreibung, so wie die dazu gehörige Figur (Taf. VI. 8. *a*, *b*, *c*) werde ich noch wiederholentlich zurückkommen müssen. Schliesslich will ich hier noch der Angaben Jourdain's[3]) über diese Körperchen Erwähnung thun, obgleich sie nicht gerade an *S. nudus*, sondern einigen andern, ihm freilich nahe stehenden, Species (*S. gigas*, *obscurus*, *vulgaris* und *punctatissimus*) angestellt wurden. Nach ihm sind die Blutkörperchen farblose, gekernte, scheibenförmige Zellen, welche denen des Menschen ähnlich sehen, jedoch einen 4 mal grösseren Durchmesser besitzen. Verdünnte Essigsäure erzeugt in ihnen einen körnigen Niederschlag. In seiner ersten Mittheilung schreibt er ihnen eine «netteté et constance» der Form zu; während er in der zweiten sagt, sie beständen aus einer «matière protéique, dont l'altération facile amène une déformation rapide de ces corpuscules». Dies wäre, wie es scheint, alles bisher über die farbigen Blutkörperchen des *Sipunculus nudus* und der ihm zunächst stehenden Arten Bekannte.

Indem ich nun zu meinen eigenen Beobachtungen übergehe, will ich zunächst die Grösse der Blutkörperchen berücksichtigen. Dieselbe erwies sich bald als eine sehr variable. Als Durchschnittsgrösse für den Durchmesser (der Mehrzahl) der Blutkörperchen habe ich 0,012 mm. berechnet[4]). Mit den oben angeführten 0,016 mm. von Keferstein und Ehlers stimmt dieser Mittelwerth ziemlich überein. Was die Grössenschwankungen betrifft, so gehören einerseits Blutkörperchen von nur 0,009 mm. keineswegs zu den Seltenheiten, und kommen andrerseits, freilich nur vereinzelt, auch welche von 0,021 und darüber vor. Die kleinsten, welche mir zu Gesicht gekommen sind, maassen 0,0044; das grösste hingegen 0,0275 mm.

1) Üb. d. Larve d. *Sipunculus nudus*, nebst vorausgeschickten Bemerkungen über die Sexualverhältnisse der Sipunculiden. Müll. Arch. 1851. p. 369.

2) Zoolog. Beiträge gesammelt in Neapel und Messina 4. 1861 p. 42.

3) Recherches s. l'anat. d. Sipuncles. Comptes rendus 1865. T. 60 p. 1042 und: Sur quelques points de l'anat. d. Sipuncles. Ibid. 1867. T. 64 p. 871.

4) Die Blutkörperchen wären mithin nahezu noch einmal so breit, als die des Menschen, für welche Welcker 0,0077 mm. berechnet.

In Bezug auf die Farbe der Blutkörperchen muss ich mich Krohn anschliesen, der sie röthlich nennt, bin aber im Stande noch die Beobachtung hinzuzufügen, dass die Körperchen, ähnlich denen der Wirbelthiere, einen deutlichen Dichroïsmus besitzen.

Im Zustande der Ruhe haben die Blutkörperchen die Form biconcaver Scheiben, wesshalb sie Jourdain sehr treffend mit denen des Menschen verglich. Wir sehen mithin in der Form der Blutkörperchen einen weiteren interessanten Anklang an die der Wirbelthiere. Dass die Grundform der Blutkörperchen wirklich die einer biconcaven Scheibe ist, lässt sich ohne besondere Mühe constatiren. Richtet man sein Augenmerk auf ein *en face* liegendes Körperchen (Fig. 1 *a*) — und die meisten liegen so, wie dies auch im Blute der Wirbelthiere zu sein pflegt, — so erscheint bei oberflächlicher Einstellung seine Peripherie als heller Ring oder Hof um einen dunkleren Innenraum. Senkt man darauf allmählich den Tubus des Mikroskops, so sieht man den Innenraum sich immer mehr und mehr auf Kosten der Peripherie ausdehnen, bis das Blutkörperchen sich als gleichförmig beleuchtete Scheibe darstellt. Diese Erscheinungen sind ganz analog denen bei der Betrachtung eines Säugethier-Blutkörperchens. Durch Zufall auf der Kante stehende Körperchen (Fig. 2 *a*) haben im Allgemeinen die Form einer sehr lang gedehnten Ellipse, oder, wenn man will, die eines Stäbchens mit abgerundeten Enden, was zu dem optischen Verhalten der flach liegenden Körperchen bei verschiedener Einstellung ganz vortrefflich stimmt. Übrigens lässt sich die wahre Gestalt der Körperchen auch an solchen erkennen, welche im Halbprofil liegen, (Fig. 2 *b*) und noch besser an solchen, welche in die Nähe der sogen. topfförmigen Körper gelangten und durch die Flimmercilien derselben in Rotation versetzt werden. Hierbei präsentirt sich ein und dasselbe Körperchen wiederholentlich von allen Seiten. Bisweilen hat man Gelegenheit zu beobachten, dass einzelne Blutkörperchen durch diese Cilienbewegung gegen einen feststehenden Zellenhaufen oder ein beliebiges anderes Hinderniss getrieben und nun, auf einem Flecke verharrend, entweder direct von den Cilien der Töpfchen oder durch die von ihnen erzeugte Strömung gleichsam gepeitscht werden. An solchen Blutkörperchen kann man sich auf's Evidenteste davon überzeugen, dass ihre Consistenz eine festflüssige, d. h. die einer dünnen Gallerte ist. Sie zeigen nämlich dieselben zitternden Bewegungen und Biegungen, die wir an den Blutkörperchen des Frosches beobachten, wenn sie auf dem Bifurcationswinkel eines Capillargefässes reiten.

Nur eine solche festflüssige Consistenz ermöglicht die activen Gestaltveränderungen, welche an den Blutkörperchen zu beobachten sind. Geringe Abweichungen von der Grundform sind fast an jedem einzelnen Blutkörperchen nachweisbar, so dass es Mühe macht, solche zu finden, die genau die typische Form biconcaver Scheiben zeigen. Häufig erscheinen sie mehr oder weniger verbogen oder eingeknüllt, an einer Seite dicker, als an der andern. Auch erheben sich auf ihnen nicht selten unregelmässige Leisten, deren Enden mit ihrer verdickten Peripherie verschmelzen. Mehr diffuse, sich netzförmig mit einander verbindende, Erhebungen bedingen nicht selten zahlreiche Excavationen auf der Oberfläche der Körperchen. Diese Excavationen lassen die Blutkörperchen bisweilen gleichsam spongiös,

oder einem vom Wasser corrodirten Kalksteine ähnlich erscheinen. Dieselben können sehr unregelmässig gestaltet, eckig, selbst schlitzförmig sein; doch sind sie auf der Mehrzahl der Körperchen, namentlich wenn sich diese dem Zustande der Ruhe nähern, rundlich. Solche rundliche Excavationen (Fig. 1, *a*), wie sie zu einer, zwei und mehr vorkommen, können leicht Kerne oder Vacuolen vortäuschen (durch ihren röthlichen, wahrscheinlich durch die Spiegelung ihrer Wandungen bedingten Schimmer erinnern sie an die Vacuolen vieler Infusorien). Ihre wahre Natur erkennt man jedoch leicht beim genaueren Zusehen, wenn man sie im Halbprofil und im optischen Längsschnitt betrachtet, oder auch, wenn man die Übergänge von den einfach runden Gebilden zu den grösseren, unregelmässigen Spalten und Excavationen verfolgt. Alle diese Excavationen bedingen offenbar eine beträchtliche Vergrösserung der Oberfläche der Blutkörperchen. Übrigens ist auch die allgemeine Gestalt der Körperchen eine variable, denn neben den runden, scheibenförmigen finden sich recht häufig auch längliche und abgerundet eckige. Im Ganzen nur selten, bisweilen selbst gar nicht, stösst man auf rhombische und lanzetförmige, die freilich im Blute von ein Paar Individuen massenhaft vertreten waren. Stumpfe, höckerförmige Fortsätze (Fig. 2 *c*) kommen bisweilen an den Blutkörperchen zur Beobachtung. Die activen Bewegungen, welche allen diesen Formveränderungen der Blutkörperchen zu Grunde liegen, gehen für gewöhnlich nur äusserst langsam vor sich, und nur ausnahmsweise habe ich die Blutkörperchen sehr ergiebige Bewegungen ausführen sehen. Als Beleg hierfür will ich einen exquisiten speciellen Fall anführen. Ein Blutkörperchen (Fig. 4 *a*) hing mit einem, offenbar aus demselben Protoplasma bestehenden Gebilde (*b*.) durch einen langen, fadenförmigen Fortsatz zusammen. An letzterem waren zwei Anschwelluugen (*c*, *c'*) bemerkbar, welche vor- und rückschreitende, rasche, protoplasmatische Bewegungen ausführten. Plötzlich riss der fadenförmige Fortsatz oberhalb *b*., das Blutkörperchen wurde, sei es in Folge des Ruckes beim Riss, oder einer zufällig im Präparate entstandenen Strömung, rasch fortgetrieben; sein fadenförmiger Fortsatz bog sich und machte peitschenförmige Bewegungen. Gleichzeitig verkürzte er sich allmählich (*a'*), bis er schliesslich ganz eingezogen wurde und mit der übrigen Masse des Blutkörperchens verschmolz.

Alle diese Contractionserscheinungen und Gestaltveränderungen, so wie auch das optische Verhalten der Blutkörperchen machen das Vorhandensein einer besonderen *Membran* an ihnen mehr als zweifelhaft.

Von besonderem Interesse scheint mir die Frage zu sein, ob in den Blutkörperchen unter normalen Verhältnissen ein Kern vorhanden ist, oder nicht. In den Blutkörperchen mancher todten und in Zersetzung begriffenen Thiere fand sich der Kern vor. In den Blutkörperchen lebender Thiere, deren Blut an und für sich ohne jeden Zusatz untersucht wurde, konnte ich jedoch durchaus keiner Spur eines Kernes gewahr werden. Es gilt dieses für alle, gewiss an 100 Exemplare, deren Blut ich mikroskopisch untersucht habe, mit Ausnahme von zwei Fällen, wo merkwürdiger Weise in allen Blutproben (sie wurden frisch *per se* untersucht) viele oder auch sämmtliche Blutkörperchen einen deutlichen

Kern enthielten. Als eines der betreffenden Thiere am andern Tage wieder angestochen wurde, so boten seine Blutkörperchen räthselhafter Weise keine Kerne mehr dar. Sollte man vielleicht annehmen dürfen, dass die Kerne labile Gebilde sind, die durch ganz leichte Einflüsse hervorgebracht oder sichtbar gemacht, aber auch wieder zerstört oder unsichtbar gemacht werden können? Bemerkenswerth ist es, dass die Blutkörperchen der von mir untersuchten beiden Phascolosomen (*Ph. laeve* und *granulatum?*), die sich sonst von denen des Sipunculus kaum unterscheiden lassen, stets einen ganz exquisiten Kern zeigten. Möglicher Weise würden daher die Blutkörperchen der Sipunculiden empfehlungwerthe Objecte zum Studium der Frage nach dem Wesen des Kernes der Zellen überhaupt und der Blutkörperchen im Speciellen abgeben. (Man denke an die Blutkörperchen der verschiedenen Wirbelthierclassen.)

Ein Zusatz von Seewasser zum Blute veränderte die Blutkörperchen durchaus nicht merklich. Ein anderes ist das Verhalten der Blutkörperchen gegen Essigsäure. Nach Zusatz dieses Reagenz (Fig. 5) bildet sich um dieselben eine dicke, deutlich doppelt conturirte Membran, und tritt in ihnen gleichzeitig ein rundes, umschriebenes Gebilde, ein Kern, auf. Die Excavationen und Erhebungen auf ihrer Oberfläche verstreichen dabei allmählich vollkommen, so dass die Blutkörperchen, von der Fläche gesehen, sich mehr regelmässig rund darstellen. Erzeugt man im betreffenden Präparate eine Strömung, wodurch die Blutkörperchen in Rotation versetzt werden, so überzeugt man sich, dass ihre Grundform im Wesentlichen freilich die frühere geblieben ist, sich aber mehr der Kugel genähert hat. Das Volum der Blutkörperchen scheint sich hierbei, wenigstens wenn die Säure verdünnt ist, nicht merklich zu vergrössern. Ihr Protoplasma wird blasser und transparenter und erscheint nur in geringem Grade körnig. Die Dicke der Membran ist eine sehr verschiedene und offenbar der Concentration und der Einwirkungsdauer der Essigsäure proportional. Der Kern liegt entweder central oder mehr oder weniger peripherisch, misst beispielsweise 0,003 oder etwas darüber, variirt aber beträchtlich in der Grösse. In ihm ist eine Anzahl kleiner, glänzender Körnchen eingebettet, die man immerhin als Kernkörperchen bezeichnen mag, obgleich ähnliche Körnchen, wie schon erwähnt, hin und wieder auch im Protoplasma vorkommen. Im Allgemeinen trübe und dunkel, erscheint er bei oberflächlicher Einstellung hellglänzend. Figur 6 stellt ein Blutkörperchen dar, in dem nach Zusatz von Essigsäure ausnahmsweise, statt eines, zwei Kerne auftraten. Sehr ähnlich in seinen optischen Erscheinungen ist die Einwirkung von überschüssigen Ammoniak enthaltenden Carminlösungen. Durch einen stärkeren Zusatz von Carminammoniak nämlich glättet sich auch die Oberfläche der Blutkörperchen, und es treten Membran und Kern auf. Letzterer erscheint hierbei viel intensiver, als die übrigen Theile des Blutkörperchens gefärbt. Ist hingegen der Zusatz des Reagens ein geringer, so tritt zwar gleichfalls der Kern auf, doch ohne stärker als das Übrige tingirt zu sein, und zwar bevor noch die Erhebungen und Vertiefungen der Oberfläche des Blutkörperchens verstrichen sind. Je länger das Reagens einwirkt, desto mehr vergrössert sich der Kern. Dieses Verhalten gegen Essigsäure und Car-

minammoniak spricht, gleich den oben beschriebenen Contractionserscheinungen der Blutkörperchen, offenbar gegen die Präexistenz einer Membran, da man das künstliche Entstehen und die allmähliche Verdickung der Membran verfolgen kann.

Eine Vermehrung der echten Blutkörperchen habe ich zwar nicht direct beobachten können, doch sprechen die Bisquitformen, wie *d*, *e* und *f* der Fig. I, so wie auch die proteischen Bewegungen der Blutkörperchen, bei welchen, wie wir sahen, gelegentliche Partikel losreissen und selbstständig werden können, entschieden für eine Vermehrung der Blutkörperchen. An einem Blutkörperchen von *Phascolosoma granulatum* (Fig. 7) habe ich übrigens eine Theilung gelegentlich direct beobachtet und in allen ihren Phasen verfolgt Das Blutkörperchen nahm die Bisquitform an und zerfiel schliesslich in zwei annähernd gleiche Theile. Den Kern sah ich hierbei nicht participiren, da er in einem der beiden Theile blieb.

Bei anhaltender Beobachtung eines Präparates sieht man in Folge der Verdunstung des Serums aufs Trockne gerathene Blutkörperchen bisweilen zu verschieden gestalteten, auch recht zierlichen Figuren verkleben (Fig. 8) und, wie es scheint, gelegentlich auch zusammenfliessen. Übrigens können diese Aggregate von Blutkörperchen sich wieder lösen, wie es mit dem auf unserer Figur dargestellten geschah. Das Loslösen ging hier sehr rasch vor sich, und zwar trennten sich zunächst die an den Rand der Flüssigkeit stossenden Körperchen und traten in letztere über. Die übrigen folgten ihnen bald nach.

Vergleichsweise sei hier noch der Beschaffenheit der echten Blutkörperchen anderer Sipunculiden erwähnt. Einige Angaben über die Blutkörperchen der Phascolosomen, besonders die von *Ph. elongatum*, verdanken wir Keferstein[1]). Derselbe bemerkt zunächst ganz richtig, dass durch diese Körperchen, ähnlich wie beim Sipunculus, die weinrothe Farbe der Leibesflüssigkeit bedingt wird, wozu ich meinerseits noch hinzufügen kann, dass die Blutkörperchen von *Ph. laeve* und *granulatum* gleichfalls den, oben für Sipunculus erwähnten, Dichroïsmus zeigen. Die Form der Blutkügelchen nennt er schlechtweg linsenförmig; von ihrem Kern sagt er, dass derselbe erst beim Zusatz von Essigsäure, oder Wasser deutlich werde. Diese Angaben sind dahin zu ergänzen und zu berichtigen, dass die Beschaffenheit der Blutkörperchen von Phascolosoma keinen Unterschied von denen des Sipunculus zeigte, den Kern ausgenommen, den ich stets im frisch *per se* untersuchten Blute ohne Weiteres deutlich sehen konnte. Über die Blutkörperchen von *Priapulus* liegen Beobachtungen von Ehlers[2]) vor. Er nennt sie kugelige Zellen von 0,0074 — 0,0092 mm., mit ziemlich starker Wand. Im Innern der Zelle sollen fast immer fettglänzende Körnchen liegen, welche nur in wenigen Zellen fehlten. Nach Zusatz von Essigsäure sah er die Blutkörperchen etwas quellen, ihre Wand blasser werden und einen deutlichen Kern von 0,0037 mm. zu Tage treten. Die Exemplare zur Untersuchung wurden dem Verfasser von weiten zugesandt und

1) Untersuch. über niedere Seethiere. V. Beiträge zur Kenntn. d. Gattung Phascolosoma. Zeitschr. f. w. Zool. XII. (1863), p. 44.

2) Über. d. Gattung *Priapulus Lamk.* Zeitschr. f. w. Zool. XI. (1862), p. 222.

gelangten offenbar längere Zeit nach ihrem Tode in seine Hände, wofür schon die in der Leibesflüssigkeit beobachteten Flocken sprechen, welche auch bei *Sipunculus* unter ähnlichen Bedingungen auftreten. Nach der Analogie mit Sipunculus und Phascolosoma dürften vielleicht auch die Blutkügelchen von Priapulus ursprünglich ohne Membran gewesen sein. Letztere könnte daher eine postmortale Erscheinung sein. Auch die kugliche Gestalt der Blutkörperchen dürfte, falls sie nicht auf einem Versehen in der Beobachtung beruht, auf ähnliche Weise ihre Erklärung finden. Die Abbildungen, welche Ehlers von den Blutkörperchen giebt (Taf. XX. Fig. 13), stimmen so genau mit dem Ansehen der Blutkörperchen von Sipunculus und Phascolosoma, en face gesehen, überein, dass man wohl die Frage zur gelegentlichen Prüfung aufwerfen könnte, ob seine fettglänzenden Körnchen nicht etwa die uns bei Sipunculus erwähnten oberflächlichen Excavationen sind?

2. Farblose Blutkörperchen (Fig. 9 und 10). Unter dieser Bezeichnung möchte ich dieselben Elemente des Bluts von Sipunculus verstehen, welche Keferstein und Ehlers (l. c.) körnige Zellen nennen; da sie meinen Beobachtungen nach ebenso gut den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere entsprechen, wie die sub *a.* beschriebenen den rothen. Die eben genannten Forscher schildern die in Rede stehenden morphologischen Elemente mit folgenden Worten: «Runde, grobkörnige, deutlich kernhaltige Zellen von gelblicher Farbe, und besonders dadurch ausgezeichnet, dass an ihnen blasse Fortsätze auftreten, welche vielleicht nur unnatürlich vorgetretener Zelleninhalt sind. Sie sind etwa eben so gross als die Blutkörper, zeigen aber schon ohne Essigsäurezusatz ihren Kern und sind viel seltener als die Blutkörper».

Als Ergänzung zu diesen Angaben ist zunächst zu bemerken, dass als die Grundform der farblosen Blutkörperchen allerdings am passendsten die Kugel anzusehen wäre (*a*); dass dieselben jedoch sehr ausgesprochene amoeboïde Bewegungen zeigen, also keine constante Form haben. Die blassen Fortsätze, deren Keferstein und Ehlers erwähnen, sind einfach Pseudopodien, welche fortwährend, wenn auch nur sehr langsam, ihre Gestalt ändern und eine Ortsbewegung der betreffenden Zelle bewirken können. Nicht selten sind die Pseudopodien so zahlreich, dass die Zellen fast an ihrer ganzen Oberfläche gleichsam wie mit Stacheln besäet sind (*b*). Viel öfter sind übrigens die Fortsätze nicht schmal und zugeszpitzt, sondern breit und diffus (*c*). Zellen mit solchen Pseudopodien nähern sich schon mehr den rothen Blutkörperchen. Bisweilen kommt es vor, dass die Pseudopodien zweier oder mehrerer Zellen sich netzförmig mit einander verbinden (*d*). Von dem Vorhandensein einer besondern Membran um die farblosen Blutkörperchen kann, bei ihren eben erörterten, so ausgesprochenen amoeboïden Eigenschaften, wohl kaum die Rede sein. Ein Zellenkern war in der Regel, oder wenigstens sehr häufig, ohne Weiteres wahrnehmbar. In den Fällen, wo es nicht gelingen wollte, seiner gewahr zu werden, mochte er übrigens blos durch die vielen, im Protoplasma vorkommenden, stark lichtbrechenden Körnchen verdeckt sein, welche bisweilen so zahlreich und dicht gedrängt sind, dass sie den an sich farblosen oder gelblichen Zellen eine graue Färbung geben. Oft sieht man freilich durch die Körnchen einen hellen

Fleck durchschimmern, wobei man im Unklaren bleibt, ob man es mit einem Kern oder blos mit dem von Körnchen freien Centrum des Blutkörperchens zu thun hat. Die erwähnten Körnchen pflegen wohl in die stumpfen, nicht aber in die fadenförmigen Pseudopodien überzutreten. Im Laufe meiner Untersuchungen bin ich ein Paar Mal auf Zellen gestossen, welche mit den farblosen Blutkörperchen vollkommen identisch scheinen, in denen jedoch hellglänzende Körnchen eine lebhafte, tanzende Bewegung zeigten.

Unsere Elemente scheinen die Dimensionen der rothen Blutkörperchen verhältnissmässig nur selten zu überschreiten und pflegen dann mehr diffus zu sein; im übrigen variirt ihre Grösse dermassen, dass es durchaus nicht lohnend schien, specielle Messungen darüber zu sammeln. Die kleinsten Zellen bestehen nämlich aus einem unansehnlichen Protoplasmaklümpchen, durch welches ein Paar der stark lichtbrechenden Körnchen zusammengekittet wird. Zwischen den farblosen Blutkörperchen und den, als Detritus im Blute zerstreuten, glänzenden Körnchen mit oder ohne Spuren von farblosem Protoplasma, war ich nicht im Stande eine Grenze zu ziehen, und bin der Meinung, dass in der That keine solche existirt. Ebenso, wie sich von den farblosen Blutkörperchen grössere Stücke (Zellen) oder ganz kleine Partikelchen (Detritus) lösen, so können sich aus dem Detritus durch ein Zusammenballen mit innerem Wachsthum verbunden wieder neue farblose Blutkörperchen bilden. Mit tiefen Einschnitten oder bisquitförmigen Einschnürungen versehene Körperchen weisen übrigens entschieden auch auf eine reguläre Vermehrung durch Theilung hin.

Gelegentlich gehen die farblosen Blutkörperchen in die rothen über, wobei sie ihre glänzenden Körnchen und einen beträchtlichen Grad ihrer Beweglichkeit einbüssen. Die sub *f* dargestellten Gebilde halte ich nämlich zweifelsohne für Zwischenstufen zwischen farblosen und rothen Blutkörperchen.

3. Topfförmige Gebilde (Fig. 11—23). Diese höchst interessanten Wesen, von denen es nicht entschieden ist, ob sie Parasiten oder specifische Elemente des Blutes darstellen, fesselten bereits im Jahre 1851 die Aufmerksamkeit Krohn's[1]), der sie späteren Forschern zur weiteren Prüfung ganz besonders empfahl. Er selbst schildert sie nur kurz als blasenförmige Parasiten mit einem Wimperkranze, welche constant in der Leibesflüssigkeit vorkommen, sich zwischen den Blutkörperchen lebhaft herumtummeln und dieselben in wirbelnde Bewegung versetzen. Etwas ausführlicher handeln über die Töpfchen Keferstein und Ehlers[2]), welche auch ein Paar, wenn auch nur skizzenhafte, Abbildungen derselben liefern. Hierauf beschränken sich die mir bekannt gewordenen Nachrichten über die fraglichen Gebilde[3]). In der Hoffnung, das Wesen der Töpfchen aufzudecken, habe ich

1) l. c. p. 369.
2) l. c. p. 42. Taf. VI. Fig. 11, 12, 13.
3) Ob Jourdain (Comptes-rend. T. 64. 1867. p. 872) unter seinen «*globules villeux*» gleichfalls die Töpfchen gemeint hat, scheint mir zweifelhaft zu sein; denn er schildert sie als «sphérules granuleuses, munies de prolongements singuliers, lesquels, en s'enchevêtrant, agglomèrent souvent ces corps en masses d'un volume

selbst viel Zeit und Mühe auf ihr Studium verwandt; ohne jedoch, wie ich gleich im Voraus gestehen will, zu einem definitiven Abschluss gekommen zu sein. Da aber die Struktur der Töpfchen schon an und für sich manches Interessante und weiter Zuverwerthende bietet, so werde ich dieselbe hier mit möglichster Genauigkeit behandeln.

Die Gestalt der fraglichen Gebilde (Fig. 11, 12) bezeichnen Keferstein und Ehlers als rundlich, topf- oder kesselförmig; vielleicht noch treffender liesse sie sich als eine den Schröpfköpfen ähnliche bestimmen. Man kann an ihnen folgende Abschnitte unterscheiden: 1) die Kuppel, 2) den Hals, und 3) den Boden, dessen Rand mit Flimmercilien besetzt ist.

Die Kuppel besteht aus einer glashellen, farblosen, dünnen Membran, welche beim genaueren Zusehen nicht ganz structurlos erscheint, sondern häufig einen oder mehrere sternförmige, verzweigte Protoplasmaklümpchen (Zellen) eingebettet enthält. Letztere können auch über die äussere und innere Oberfläche der Kuppel hervorragen. Die Fortsätze derselben sind bisweilen zahlreich und von sehr zierlicher, dendritischer Gestalt. Die Protoplasmaklümpchen pflegen sich ihrem optischen Verhalten nach wenig von der Grundsubstanz zu unterscheiden, wesshalb sie auch bisher übersehen wurden. Im Ganzen genommen wäre mithin die Kuppel ihrer Structur nach bindegewebiger Natur. Ein Mal glaube ich, sogar eine langsame, active, fortschreitende Bewegung eines Protoplasmaklümpchens in der Wandung der Kuppel beobachtet zu haben, wodurch die Analogie mit der Cornea eine nicht geringe würde; doch wage ich nicht, mit aller Entschiedenheit den Einspruch von mir zu weisen, dass das Wanderungsphänomen möglicher Weise durch eine allmählige Lageveränderung des ganzen Töpfchens vorgetäuscht sein könnte. An den meisten Töpfchen ist die Kuppel von eleganter, regelmässiger Gestalt und straff gespannt, wie in Fig. 11, doch trifft man ausnahmsweise auch solche an (Fig. 12, A, B), bei welchen dieselbe mehr oder weniger eingeknüllt ist. Die Dicke der Kuppel ist im Einzelnen eine sehr variable, doch dürfte sie im Mittel 0,0011 mm. betragen. Der als Hals zu bezeichnende Theil des Töpfchens ist eine unmittelbare Fortsetzung der Kuppel, ein vorspringender, mehr oder weniger verlängerter Theil derselben. Von der Kuppel ist er bald mehr, bald weniger scharf abgesetzt. Seiner Structur nach unterscheidet er sich in nichts von derselben, nur scheint seine Wandung stets bedeutend dünner zu sein. In Folge dessen pflegt er in der Regel nicht straff gespannt, sondern unregelmässig circulär gefaltet oder eingeknüllt zu sein. Etwas schwierig für das Verständniss ist die Art und Weise, wie sich der Hals an den Rand des Bodens inserirt; doch glaube ich schliesslich, auf den halbschematischen Figuren 13 A und B die Verhältnisse im Wesentlichen richtig dargestellt zu haben. Es bildet nämlich der Rand des Halses eine, freilich nicht immer ausgesprochene, ringförmige Dupplicatur, welche sich unmittelbar in den Boden fortsetzt. Der freie Rand der Dupplicatur ist, wo er dem

variable». Ferner sagt er von ihnen, dass sie sich in der Leibesflüssigkeit vieler Evertebraten wiederfänden und fälschlich für Theile von Flimmergewebe gehalten würden. Diese Beschreibung scheint mir eher dafür zu sprechen, dass Jourdain farblose Blutkörperchen mit ihren amoeboïden Fortsätzen gemeint hat.

Rand des Bodens aufliegt, nicht ganz glatt, sondern pflegt mehr oder weniger, wie eine Halskrause, in zierliche, radiäre Fältchen gelegt zu sein. Diese Fältchen wiederholen zum Theil die Radiärstreifung, welche man auf dem Randtheile des Bodens bemerkt, und deren sogleich noch gedacht werden soll. Der Boden der Töpfchen ist ungleich dicker als ihre übrigen Partien. Seiner typischen Form nach lässt er sich am besten mit dem Boden einer gewöhnlichen Weinflasche vergleichen. En face betrachtet erscheint er übrigens nicht immer kreisrund, sondern nicht selten regelmässig oder auch unregelmässig eckig (Fig. 15, 20, 21). Der centrale Theil desselben ist aussen concav, innen hingegen convex, springt in verschiedenem Grade in den Innenraum des Töpfchens vor; während der Rand, umgekehrt, an der äussern Fläche convex, an der inneren concav, und mithin wie die Krempe eines Hutes gestaltet ist. Mitunter ist der Boden freilich fast plan und zeigt ausnahmsweise auf seiner inneren Fläche im Centrum eine seichte Delle (Fig. 11. B). Je näher zur Mitte, desto dicker wird er. An seiner Peripherie ist er sehr dünn und geht hier in den Hals des Töpfchens über. Die äussere Concavität des Bodens wird von einem Protoplasmaklumpen, gewöhnlich von gelbgrauer Farbe, ausgefüllt, welcher einen integrirenden Bestandtheil des Töpfchens ausmacht. Der von dem Protoplasmaklumpen entblösste Rand des Bodens zeigt, — wenn man ein Töpfchen von unten aus betrachtet, am besten nachdem es seine Cilien eingebüsst hat, oder wenn dieselben regungslos sind, — eine recht regelmässig radiäre Strichelung (Fig. 15, 20, 21). Bei oberflächlicher Einstellung erscheinen die Radiärstriche und ihre Endpunkte hellglänzend, die breiteren Zwischenräume hingegen dunkel, bei tieferer Einstellung kehrt sich dieses Verhältniss um, wodurch der Nachweis geliefert ist, dass die Streifen vorspringende Leistchen oder Fältchen darstellen.

Keferstein und Ehlers reden von einer Mündung der Töpfchen und halten den Boden derselben für einen verdickten, ringförmigen Saum (man vergl. den Text und ihre Figur 12). Das Irrthümliche dieser Vorstellung wird, schon abgesehen von den eben angeführten Beobachtungen, auch dadurch widerlegt, dass im Inneren der Töpfchen niemals Formelemente vorkommen, sondern stets nur reines, helles Serum; so wie auch dadurch, dass die Kuppel immer gleich gespannt bleibt und bei ihrer geringen Dicke nicht zusammenklappt, obgleich die Töpfchen stets mit diesem Theile voranschwimmen.

Die Flimmercilien sind auf dem Rande des Bodens, auf dessen Aussenfläche, dicht zusammengedrängt. Sie besitzen eine Länge von circa 0,016 mm. und befinden sich in fortwährender Bewegung, indem sie in der Regel peitschenartig von aussen nach innen schlagen. Hierdurch schwimmen die Töpfchen, solange sie überhaupt lebenskräftig sind, unaufhaltsam vorwärts, in der Richtung ihrer Längsachse und, wie schon erwähnt, stets mit der Kuppel voran. Die Bewegungen der Töpfchen tragen durchaus nicht den Charakter der willkührlichen, da dieselben keinen Hindernissen gleichsam freiwillig ausweichen. Stossen sie auf ein Hinderniss, welches sich nicht zur Seite schieben lässt, so bleiben die Töpfchen davor stehen, wobei ihre Cilien unaufhaltsam zu vibriren fortfahren. Lässt man eine mit Seewasser verdünnte Portion Blut eine Zeitlang in einer Schale stehen, so fallen die Blut-

körperchen zu Boden, so dass man von oben Wasser zur Untersuchung nehmen kann, welches als einziges Formelement Töpfchen enthält. An solchen Töpfchen lässt sich nun am besten constatiren, dass die Bewegung derselben keine hin und her schwärmende, wie bei Infusorien, sondern eine geradlinige ist. Die Bewegung der Cilien an sich bezeichnete ich oben als eine peitschenförmige. Diese Bezeichnung ist nicht für alle Fälle zutreffend: es kommt vor, namentlich an Töpfchen, die durch die sie umgebenden Hindernisse, das Deckgläschen und die angrenzenden Formelemente des Blutes, zum Stillstande gebracht sind, dass die Bewegung der Cilien als eine mehr tanzende, auf und nieder hüpfende, oder bohrende bezeichnet zu werden verdient. Durch den Schlag der Cilien werden die Blutkörperchen, welche in ihr Bereich kommen, hurtig, wirbelnd durch einander getrieben. In der Regel haftet am Boden ein Haufen zusammengeballter farbloser Blutkörperchen, Detritus u. dergl. mehr., welchen die Töpfchen mit sich zu schleppen haben (Fig. 12). Durch diese Zellhaufen mit ihrem amoeboïden Fortsätzen bleiben nicht selten zwei, mehrere oder gar viele Töpfchen zu einer Gruppe verbunden. Jedes der Töpfchen hat dann die Tendez, die Gruppe in der ihm eigenthümlichen Richtung fortzubewegen; wodurch denn die stärkeren oder zahlreicheren die Oberhand gewinnen, oder die Wirkungen der einzelnen Töpfchen sich gegenseitig aufheben können, je nach Umständen. Beim Anprallen der Töpfchen an ein beliebiges Hinderniss sieht man deutlich die Membran der Kuppel etwas flottiren, und doch Dank der Elasticität stets wieder die ursprüngliche Form annehmen. Es gewährt einen hübschen Anblick die Töpfchen sich munter herumtummeln zu sehen. Bisweilen wimmelt das Blut von ihnen.

Nun sollen einige Bemerkungen über die Flimmercilien, welche alle diese interessanten Bewegungen verursachen, folgen. Bei genauerem Zusehen gewahrt man nämlich, dass sie an ihrem Ende ein kleines, hellglänzendes, stark lichtbrechendes Köpfchen tragen (Fig. 11 A). Die Köpfchen sind in der Regel schon ohne Weiteres deutlich sichtbar, besonders wenn man Töpfchen betrachtet, die nicht von der Stelle kommen können und ihren Boden nach oben kehren. Setzt man etwas Ammoniak zu einem Blutpräparate, so gelingt es leicht, die Cilien zum Stillstande zu bringen, worauf sich ihre Köpfchen aufs Evidenteste nachweisen lassen. Übrigens findet man (sowohl in mit Seewasser verdünnten, als auch in per se untersuchten Blutproben) Töpfchen, deren Cilien spontan stehen geblieben sind (Fig. 15); noch mehr unter meinen Augen blieben in einzelnen, freilich seltenen, Fällen die bisher lebhaft schlagenden Cilien eines Töpfchens stille stehen, lösten sich ab und zerstreuten sich unter schwach bohrenden Bewegungen in der umgebenden Flüssigkeit. Figur 14 stellt einen exquisiten ähnlichen Fall dar. Bisweilen löste sich übrigens nur eine Anzahl von Flimmercilien, während die übrigen nicht blos am Töpfchen blieben, sondern auch ungestört fort vibrirten. Solche stehen gebliebene oder abgelöste Cilien lassen über ihre wahre Gestalt schon gar keinen Zweifel mehr aufkommen.

Durch diese Beobachtungen glaube ich eine neue, bisher noch übersehene Art von Flimmercilien nachgewiesen zu haben und schlage vor, dieselben stecknadelförmige

Flimmercilien (*Ciliae vibratoriae capitatae*) zu nennen. Bemerkt muss übrigens werden, dass die sonst so ausgesprochene stecknadelförmige Gestalt sich durchaus nicht an allen Cilien nachweisen lässt, dass vielmehr in ein und demselben Präparat an einer Anzahl von Töpfchen die Cilien ganz deutliche Köpfchen besitzen, an den übrigen hingegen letztere durchaus vemisst werden (Fig. 11, 12); ja dass sogar bisweilen an ein und demselben Töpfchen nur ein Theil der Cilien Köpfchen besitzt, die übrigen aber nicht. Von diesem Verhältniss überzeugte ich mich sowohl an lebenden, als auch an mit Ammoniak behandelten Präparaten. Durch dasselbe lässt sich auch zum Theil erklären, warum die Köpfchen an den Cilien bisher übersehen werden konnten.

Die Grösse der Töpfchen ist eine erstaunlich variable. Als Beleg hierfür mögen folgende Messungen dienen:

Höhe	0,060	mm.	Breite	0,060	mm.
»	0,045	»	»	0,051	»
»	0,060	»	»	0,063	»
»	0,051	»	»	0,057	»
»	0,033	»	»	0,030	»
»	0,036	»	»	0,027	»
»	0,096	»	»	0,096	»

Man ersieht hieraus gleichzeitig, dass die Höhe und Breite nicht wesentlich in ihren Massen mit einander differiren; dass beide bald ganz gleich sind, bald die eine die andere um ein Geringes übertrifft. Keferstein und Ehlers geben als Maximalgrösse der Töpfchen 0,09 mm. an, eine Angabe, welche auch mit meinen Erfahrungen ziemlich gut übereinstimmt; doch muss ich bemerken, dass dieselbe nur für die typischen Töpfchen Gültigkeit hat. Es giebt nämlich eine selten vorkommende Abart der Töpfchen, welche sich durch eine bedeutendere Grösse auszeichnet. Ich will dieselben der Kürze wegen als Schüsselchen bezeichnen und ihre Beschreibung hier beifügen (Fig. 16, 17). Sie pflegen flach, d. h. mehr lang und breit, als hoch, zu sein. Ihre Kuppel ist häufig unregelmässig, mit sack- oder höckerförmigen Vorsprüngen versehen, unterscheidet sich aber sonst nicht wesentlich von der der typischen Töpfchen. Der Boden bietet eine länglich-ovale, abgerundet-eckige, seltener runde Gestalt. Die Cilien sind, wie bei den typischen Töpfchen, entweder mit einem Köpfchen versehen, oder ohne ein solches. Desgleichen wurden in ganz frischer Leibesflüssigkeit Schüsselchen beobachtet, deren Cilien entweder blos stille standen, oder sich auch abgelöst hatten. Die Dimensionen der Schüsselchen sind grossen Schwankungen unterworfen. Von zweien derselben maassen die Böden jeder 0,18 mm. in der Länge und 0,135 mm. in der Breite; ein drittes war 0,128 mm. lang; ein viertes hatte einen kreisrunden Boden von 0,126 mm. im Durchmesser. So auffallend sich auch die typischen Töpfchen und Schüsselchen von einander durch ihre Gestalt unterscheiden, so sind sie nichts desto weniger durch-

aus nicht specifisch verschieden, sondern offenbar durch Übergänge mit einander verbunden.

Als grösste Seltenheit trifft man Zwillings- und Drillingstöpfchen an, die, ein Ganzes bildend, blos durch Einschnürungen von einander getrennt sind. Nach einer mündlichen, durch eine Abbildung erläuterten Mittheilung hat schon vor mir Prof. Claparède zwei mit ihren Kuppeln verschmolzene und blos durch eine meridionale Furche von einander abgesetzte Töpfchen gesehen. Er ist der Meinung, dass es sich hier um eine Vermehrung der Töpfchen durch Theilung handelte. Mir scheint es durchaus wahrscheinlich, dass der verdiente Forscher das Richtige getroffen hat. Was meine eigenen Beobachtungen in dieser Beziehung betrifft, so basiren sie, leider, blos auf zwei Fälle. In dem einen derselben (Fig. 18) hatte ich ein Gebilde vor mir, welches gleichsam aus drei Töpfchen zusammengesetzt war. Im Ganzen genommen hatte es eine Höhe von 0,060 und eine Breite von 0,087 mm. Die Kuppel war eine gemeinsame, aber, entsprechend den drei separirten Böden, durch Einschnitte oder Furchen in drei Aussackungen geschieden. Besondere Scheidewände im Innern der Kuppel waren nicht nachweisbar. Da die Höhe des Gebildes mit der der einzelnen Töpfchen übereinstimmt, die Breite desselben aber die der einzelnen Töpfchen bei weitem übertraf, so konnte das Gebilde, wenn hier überhaupt ein Theilungsprocess vorlag, nur aus einem Schüsselchen hervorgegangen sein. (Am rechten und mittleren der Drillingstöpfchen trugen viele der Cilien Köpfchen, am linken hingegen scheinbar nur sehr wenige). In dem anderen Falle (Figur 19) waren zwei Töpfchen, ein grösseres (von 0,0572 mm.) und ein kleineres (von 0,0495 Querdurchmesser) antipodisch, d. h. mit ihren Scheiteln verbunden, und nur durch eine tiefe, scharf umschriebene Furche abgesetzt. Auch diese Zwillinge konnten leicht durch Theilung aus einem Einzeltöpfchen entstanden sein indem sich diese Theilung weit vom Boden gegen die Kuppel fortsetzte.

Was die Frage nach dem Untergange der Töpfchen betrifft, so findet man, wie schon oben erwähnt, öfters (und zwar nicht blos in Leibesflüssigkeit, welche lange gestanden hat oder mit Seewasser verdünnt wurde, sondern auch in ganz frischer und unverdünnter), neben ganz intacten, munter ihre Cilien regenden Töpfchen, auch solche, die ihre Cilien eingebüsst haben, sonst aber sich durch nichts von den übrigen unterscheiden. Dieselben zeigen uns die erste Stufe der regressiven Veränderung. Weitere Stadien der Umwandelung sind auf Fig. 23, 24 dargestellt. Die Verdickung am Boden schwindet, so dass sie bis auf eine Lamelle von der Stärke der übrigen Theile des Töpfchens reducirt wird. Ob sich hierbei das Protoplasma vom Boden blos in Klümpchen ablöst, oder zu Detritus zerfällt, liess sich nicht entscheiden. Gleichzeitig mit dem Schwinden des verdickten Bodens verstreicht auch der Hals des Töpfchens, indem sich seine Fältchen glätten. An der Stelle, wo sich früher Hals und Boden befanden, entsteht dadurch eine blosse Einbuchtung nach innen (Fig. 24 A). Später verstreicht auch diese Einbuchtung, wie ich es in einem Falle sogar unmittelbar beobachtet habe, und das betreffende Töpfchen hat sich in eine bindegewebige Blase verwandelt, wie man deren häufig im Blute findet. Noch besser liess sich übrigens ein anderer Modus der

Rückbildung der Töpfchen in einzelnen Fällen beobachten (Fig. 22). Es löste sich nämlich der ganze Boden als eine zusammenhängende Klappe ab, worauf eine membranöse Blase mit weiter Öffnung übrig blieb.

Vergleichsweise will ich hier mit einigen Worten der Töpfchen der Phascolosomen gedenken (Taf. II. Fig. 64). Ihre Existenz war schon Krohn bekannt (l. c. p. 369); später scheinen sie jedoch in Vergessenheit gerathen zu sein. Zunächst wäre zu bemerken, dass die Töpfchen der Phascolosomen leicht übersehen werden können. Ihre ganze Kuppel ist nämlich mit grossen körnigen Protoplasmaballen oder Klumpen (Zellen od. Detritus?) von aussen belegt, so dass die Oberfläche eine höckerige, maulbeerförmige Gestalt hat. Die Zellen sind ziemlich opac, in Folge der eingebetteten Krümchen, und gelbgrau. Der Boden ist im Wesentlichen so, wie beim Sipunculus. Die Flimmercilien sind unansehnlich, oder springen weniger in die Augen; sie besitzen gleichfalls Köpfchen. Töpfchen, welche die Cilien eingebüsst haben, kommen nicht selten vor.

Werfen wir nun schliesslich die Frage auf: was sind die Töpfchen? sind es Organe oder Organismen? Mit andern Worten sind es integrirende Theile des Bluts von Sipunculus und Phascolosoma, oder sind es Parasiten? Krohn nannte sie, wie wir bereits sahen, schlechtweg Parasiten. Nach einer mündlichen Mittheilung neigt sich auch Claparède dieser Ansicht zu. Keferstein und Ehlers sind unschlüssig, was sie aus diesen Wesen machen sollen, doch scheint ihnen deren parasitische Natur keineswegs ausgemacht zu sein. Gleichsam als Beleg dafür theilen sie die interessante Thatsache mit, dass sie schon in 2 mm. grossen Sipunculuslarven ganz ähnliche Wesen antrafen, welche sich aber doch von denen der ausgebildeten Thiere unterschieden. Sie schildern sie nämlich und bilden dieselben ab (Taf. VI. Fig. 14, 15) als runde Blasen an einer Stelle mit einer dunkleren Verdickung versehen, auf welcher grosse Cilien sitzen, deren Bewegung die ganze Blase schnell fortbewegt. Wenn diese Beobachtung noch weitere Bestätigung finden wird, so dürfte sie allerdings eher dafür sprechen, dass die Töpfchen sich allmählig bildende Organe seien. Die abweichende Beschaffenheit der Töpfchen von Phascolosoma, deren verdickte Kuppel hauptsächlich aus unregelmässigen Protoplasmaballen besteht, der Umstand, dass die geköpften Cilien nicht blos an den Töpfchen, sondern auch auf dem Epithel der braunen Schläuche vorkommen, und sonst noch nirgends im Thierreiche beobachtet wurden; möchten gleichfalls eher gegen Parasiten (etwa Infusorien) sprechen. Man könnte daran denken, dass bei dem Mangel von Blutgefässen die Töpfchen im Organismus des Sipunculus eine nicht unwesentliche Rolle spielen: indem sie wie die Schaufeln einer Meischmaschine die Blutkörperchen unter einander mischen, verhindern sie eine locale Stauung derselben und dienen mithin der regelmässigen Ernährung*).

*) Nachtrag. Mein verehrter Lehrer und Freund Prof. Leuckart macht mich soeben auf die äussere, gestaltichte Uebereinstimmung aufmerksam, welche die Töpfchen mit dem von Wedl im Blute von *Cyprinus gobio* gefundenen und *Globularia radiata sanguinis* benannten Wesen. (Wedl. Beitr. z. Lehre v. d. Haematozoen. Denkschr. der Wiener. Akad. Bd. I. 1849. p. 3. Fig. 1, s. auch Siebold. Ueber undulirende Membranen. Zeitschr. f. w. Z. II. (1850). p. 362.

4. Membranöse Blasen (Fig. 25 — 36). Es sind dieses offenbar, wenigstens zum Theil, dieselben Gebilde, welche Keferstein und Ehlers (l. c. p. 41. 4) für Zellenhaufen hielten. (Sie sollten nach ihnen 0,08 — 0,4 mm. gross sein und aus wenigen oder vielen, stets äusserst blassen, 0,04 mm. grossen Zellen bestehen, mit sehr feiner Membran und einem deutlichen, 0,004 — 0,008 mm. grossen Kern, der oft ein sternförmiges Aussehen hat). Doch haben wir es hier sicher, wie bei den Töpfchen, mit Bindegewebsblasen zu thun, welche Serum enthalten. Dieselben sind dünnhäutig, farblos und pellucid und zeigen in ihren sonst structurlosen Wandungen stellenweise feinkörnige Protoplasmaklümpchen eingesprengt. Letztere strahlen in der Regel dendritisch verzweigte, mehr oder weniger zahlreiche, feine Fortsätze aus und wurden fälschlich für Zellenkerne gehalten. Die echten Blasen unterscheiden sich von den abortirten Töpfchen sämmtlich dadurch, dass sie nie kugelrund, sondern stets platt gedrückt sind. Ihre Beschaffenheit ist eine höchst mannigfaltige.

Die einfachste Form wurde in Fig. 28 A. B. en face und im Profil abgebildet. Sie unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, dass sie nur ein einziges Protoplasmaklümpchen besitzt, von welchem dass ganze Protoplasmanetz der Membran ausgeht. Die Grösse solcher Blasen ist eine sehr variable. Eine complicirtere Form stellte Fig. 29 dar. Auf den ersten Blick sollte man glauben, zwei Zellen vor Augen zu haben, welche soeben durch Theilung einer grösseren entstanden sind und im Begriff stehen, sich zu trennen. In Wirklichkeit ist es jedoch eine platte Blase, gleich der vorigen, und blos dadurch ausgezeichnet, dass in ihrer Wandung statt eines, zwei sternförmige Protoplasmaklümpchen (Bindegewebskörper) eingesprengt sind, und dass eine circuläre Furche die Blase in zwei Abschnitte theilt. Eine Scheidewand ist an der betreffenden Stelle nicht zu finden. (Längsdurchmesser — 0,057, Querdurchmesser 0,03). Von ganz ähnlicher Beschaffenheit kommen Blasen mit 3, 4, 5 u. s. w. sternförmigen Centern vor (Fig. 30 — 34). Überall sind die Gebiete dieser Centern durch mehr oder weniger tiefe Furchen von einander getrennt, so dass 3, 4, 5 u. s. w. Zellen vorgetäuscht werden. Nicht selten fehlen jedoch die Furchen oder sind nur sehr wenig ausgesprochen (Fig. 25). Innere Scheidewände lassen sich nie nachweisen. Fig. 35 stellt eine Blase dar von nicht weniger als 0,5 mm. im Durchmesser, in deren Wandung die Zahl der eingelagerten sternförmigen Zellen eine sehr beträchtliche ist, wobei die Gebiete dieser Zellen nicht durch scharfe Furchen getrennt sind. Ganz ähnliche Blasen finden sich übrigens von sehr verschiedenen Dimensionen, bis zu 0,075 und weniger herab.

Ausnahmsweise kommen membranöse Blasen von etwas oder auch ganz unregelmässiger Gestalt vor (Fig. 27, 36). Die Zahl der Blasen ist eine sehr verschiedene; bisweilen findet man sie klumpenweise, bisweilen wieder kann man mehrere Blutproben durchsehen, ohne welche zu finden.

Im Blute der Phascolosomen kommen ähnliche Blasen gleichfalls vor. Auch in der Leibesflüssigkeit eines jungen, kleinen Sipunculus, der im contrahirten Zustande nur 50 mm.

lang und 10 mm. dick war, fanden sich viele Blasen von der verschiedensten Form. (Geschlechtsproducte enthielt das Thier nicht).

Was den Ursprung und die Bedeutung der Blasen anbetrifft, so vermuthe ich einen gewissen Zusammenhang derselben mit den abortirten Töpfchen und, beim erwachsenen Thiere auch mit den Kapseln der Geschlechtstoffe.

5. Geschlechtsproducte schwimmen bekanntlich auch in der Leibeshöhle; doch sollen sie erst im vierten Abschnitt besonders besprochen werden.

6. Sonstige morphologische Blutbestandtheile. Theils sind es solche, die man ohne Zwang nur schwer in eine der vorstehenden Gruppen von Formelementen unterbringen kann, welche aber doch ohne Zweifel keine dem Organismus fremde Beimischungen sind; theils aber solche, welche offenbar den Geweben des Sipunculus fremd sind. Zu den ersteren gehören feinerer oder gröberer Detritus, und vor allen Dingen feinkörnige, opake, gelblich-graue Kugeln von circa 0,018 mm. Durchmesser. Diese letzteren zeigen sehr ausgesprochene amoeboïde Formveränderungen, und zwar schicken sie stets nur ganz stumpfe Fortsätze aus. Einen Kern besitzen sie nicht. Sind es blos modificirte Formen oder gewisse Entwicklungszustände der Blutkörperchen, oder gehören sie zu den Anlagen der Geschlechtsproducte? — Zu den letzteren, den offenbar heterogenen Beimischungen der Blutflüssigkeit, gehören Vibrionen und Bacterien, welche nicht blos in der Leibesflüssigkeit verwesender, sondern bisweilen auch ganz munterer, lebender Thiere vorkommen. In die Categorie der Parasiten gehört offenbar auch eine Anzahl Eier, welche ich in der Leibeshöhle eines Sipunculus frei schwimmend fand. Sie waren rund, 1 mm. und etwas darüber im Durchmesser, opac und milchweiss. Durch Druck liess sich neben dem trüben, körnigen Inhalt noch ein deutliches, transparentes Keimbläschen herauspressen. Die Schalenhaut war durchaus structurlos.

II.

Tentakulargefässsystem.

Taf. II. Fig. 37 — 43.

Ein Theil des in Rede stehenden Systemes war schon Delle Chiaje[1]) bekannt, nämlich der eine der beiden Blindschläuche. Er vindicirte ihm eine fast birnförmige Gestalt und nannte ihn eine Polische Blase. Darauf hat Grube[2]) sehr exacte Untersuchungen angestellt, welche, leider, von den späteren Forschern lange nicht genug gewürdigt wurden.

1) Memorie degli anim. senza verteb. 4. 1823. Vol. I. p. 1 — 24. mit 1 Taf.

2) Versuch einer Anatomie d. *Sipunculus nudus*. Müller's Arch. 1837. p. 251.

Er wiess nach, dass am Oesophagus nicht ein, sondern zwei, hinten blind endigende Schläuche, ein oberer und ein unterer, liegen, welche er, Delle Chiaje folgend, als Polische Blasen bezeichnet. Er hat Injectionen, sowohl mit Luft, als auch gefärbten Massen vorgenommen und sich auf diese Weise überzeugt, dass beide Blasen im Zusammenhange mit einem innern Raum der Tentakelmembran stehen. Auf diesen Zusammenhang, meint Grube, dürfe man übrigens wohl auch aus der Aehnlichkeit der in beiden Organen enthaltenen Fluida schliessen. Hier, wie dort ist eine hell fleisch- oder rosenrothe Flüssigkeit enthalten, in der mennigrothe oder bräunliche, flockige Körperchen angetroffen werden. Als einen ferneren Beweis für seine Behauptung führt er noch die Thatsache an, dass durch einen Einschnitt in die Tentakelmembran auch die Schläuche entleert werden. Anders scheint die Verhältnisse Peters aufgefasst zu haben. Unter den Figuren zu seinem 1850 erschienenen kleinen Aufsatz: «Über die Fortpflanzungsorgane des Sipunculus»[1]) bildet derselbe nämlich, freilich nur beiläufig, ein Stück der Tentakelmembran ab. Längs des Randes derselben läuft ein schmaler Streifen hin, welcher in der Tafelerklärung als Kiemengefäss bezeichnet wird. Im Text des Aufsatzes ist übrigens von diesem Verhältniss gar nicht die Rede und möchte dasselbe wohl auf einem Irrthum beruhen, da sich nicht annehmen lässt, dass der von Peters untersuchte *Sipunculus indicus*, welcher dem *S. nudus* nahe verwandt ist, sich so wesentlich von ihm im Baue der Mundtentakeln unterscheiden sollte. Krohn[2]) bestätigte die Beobachtungen Grube's, es geht dies wenigstens daraus hervor, dass er von Hohlräumen in der Tentakelhaut redet und angiebt, dieselben enthielten, gleich den Polischen Blasen, Blutkörperchen. In ihrer 1861 erschienenen, schon häufig citirten Anatomie des *Sipunculus nudus* kamen Keferstein und Ehlers zu einer ganz abweichenden Auffassung. Die Verfasser hielten die beiden Schläuche am Oesophagus für Drüsen und vermutheten, dass sie sich an der Basis des Tentakelkranzes in den Schlund öffneten. Was den Hohlraum in den Tentakeln anbetrifft, so glaubten sie, dass derselbe durch irgendwelche feine Communicationswege mit der Körperhöhle in Verbindung stehen müsse, behufs der Ermöglichung ihrer Erection. Ein Paar Jahre später hat der eine der beiden genannten Gelehrten[3]) das Gefässsystem der Tentakeln bei Phascolosoma-Arten untersucht. Es war dies keine leichte Arbeit, und nur bei einige Millimeter langen, fast durchsichtigen Exemplaren von *Ph. elongatum* gelang es ihm, über die Verhältnisse ins Reine zu kommen. Er erkannte hier nämlich, dass das fragliche Gefässsystem aus einem contractilen Schlauch und einem Ringgefäss besteht, in welches die Hohlräume der Tentakeln einmünden. Der Inhalt des Gefässapparates sei, wie Keferstein ferner anführt, dieselbe rothe Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, doch habe er von den morphologischen Elementen in ihm nur die linsenförmigen Blutkörperchen bemerkt. An diese Mittheilungen knüpft Keferstein einige Betrachtungen über das Tentakulargefässsystem des Sipunculus, welche die

1) Müller's Arch. 1850. Taf. IV. Fig. H.
2) l. c. Müller's Arch. 1851.
3) Keferstein. Untersuchungen über niedere Seethiere. V. Beitr. z. Kenntn. d. Gattung Phascolosoma. Zeitschr. f. w. Zool. XII. (1863) p. 47.

früheren, in Gemeinschaft mit Ehlers gemachten, Angaben berichtigen sollen. Es scheint ihm nämlich nach den Beobachtungen an Phascolosoma nicht unwahrscheinlich, dass die beiden, von ihm früher als Drüsen gedeuteten Schläuche des Sipunculus auch zu einem Tentakelgefässsystem gehören, vielleicht aber in einer anderen Weise, denn in diesen Schläuchen hätte er nie etwas dem Blute des Sipunculus Ähnliches gefunden, ebenso wenig, wie in den Tentakeln desselben und hält es daher für möglich, dass dieses Gefässsystem des Sipunculus sich mit Wasser von aussen her füllte. Er glaubte sogar, dass ein von den Tentakeln zum Hirn bei *S. tesselatus* gehender Strang[1]) als Zuleitungskanal fungire, indem derselbe an den Tentakeln mit einer Öffnung nach aussen zu enden scheine.

Von den weiteren Untersuchungen sollen jetzt die von Semper[2]) besprochen werden. Derselbe beschreibt als Rückengefäss bei den tropischen, echten Sipunculiden einen schmalen Strang auf der Rückseite des Schlundes. Hinten soll er dicht am Anfange der Darmspirale blind enden, vorne hingegen, am Schlundkopf, einen Gefässring bilden. Aus letzterem treten Gefässe in die Kopftentakeln (Kieme) ein. Semper vermuthet einen Zusammenhang dieses Gefässsystems einerseits mit der Leibeshöhle, andererseits mit einem Gefässnetz in der Haut, doch hat er diesen Zusammenhang nicht nachweisen können. Die Tentakeln betrachtet er als echte Kiemen von zusammengesetzter Bildung. Von dem Ringkanal sollen in die Tentakeln grössere Längskanäle gehen, die durch Querästschen anastomosiren; diese Gefässe sollen dadurch zu Stande kommen, dass das Lumen der Tentakeln durch Querbalken durchsetzt wird. In dem einen der Längsgefässe der Tentakeln soll ein Strom von vorne nach hinten, in dem andern in umgekehrter Richtung vorhanden sein. Aus dem Ringgefässe soll ein Blutstrom höchst wahrscheinlich in die Gefässe des Rüssels eintreten; doch hat Semper diese Gefässe des Rüssels nur ein einziges Mal, und zwar bei einem verletzten Thiere, beobachten können, bei dem sie sich mit dem hochrothen Blute sehr hübsch injicirt hatten. Künstliche Injectionen, welche versucht wurden, misslangen immer, selbst an den grössten bis fusslangen Thieren.

Es bedarf wohl kaum eines näheren Nachweises, dass Semper's Gefässe keine echten Blutgefässe sind, sondern vielmehr, wenigstens ihren Hauptabschnitten nach, dem Tentakulargefässsystem angehören. Die vom Verfasser beschriebenen und abgebildeten Längsgefässe der Tentakeln könnten leicht durch den contrahirten Zustand dieser letzteren vorgetäuscht sein. Die mit weniger Sicherheit angenommene Vereinigung des fraglichen Gefässsystems auf dem Rüssel oder in der Haut könnte entweder auf einem Irrthum, oder auch auf einer anatomischen Eigenthümlichkeit der von Semper untersuchten tropischen Sipunculiden beruhen. Eine ähnliche Deutung der Semper'schen Beobachtungen wurde bereits von Keferstein[3]) gemacht. Derselbe schlägt nämlich vor, das sogen. Blutgefässsystem Respirations-Gefässsystem zu nennen und bemerkt, dass es Aehnlichkeit mit den Wasserge-

1) Keferstein u. Ehlers l. c. Taf. VII. 1, 2 *u*, *u'*.
2) Reisebericht. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XIV. (1864) p. 419.
3) Beiträge zur anatom. u. systemat. Kenntn. d. Sipunculiden. Zeitschr. f. w. Zoolog. XV. (1865) p. 412.

fässen z. B. der Synapten habe. Das Rückengefäss von Semper ist nichts weiter, als der obere, und bei den Phascolosomen auch einzige, contractile Schlauch am Vorderdarm. Bei dieser Gelegenheit wiederholt Keferstein, im Speciellen für *Ph. elongatum* und *Antillarum*, seine schon früher (l. c. Zeitschr. f. w. Zool. XII) gemachte Angabe, das, der Inhalt der Gefässe vollkommen der Leibesflüssigkeit gleiche, dass aber trotz aller Mühe keine Verbindung dieser Gefässe mit der Leibeshöhe aufgefunden werden konnte. Den Sipunculus unterwarf er einer erneuerten Prüfung in Betreff des Gefässsystems und fand, dieses Mal freilich nur an Spiritusexemplaren in Übereinstimmung mit seiner früheren Angabe, in den Schläuchen keine Leibesflüssigkeit, wohl aber röthliche Concretionen.

Schliesslich ist noch der Untersuchungen Jourdain's[1]) zu gedenken. Derselbe giebt an, dass beim *Sip. obscurus* nur ein oberer, beim *S. gigas* beide Schläuche am Oesophagus vorhanden seien. Dieselben setzen den «Circulationsapparat» zusammen, indem sie vorne in einen Ringsinus münden, welcher den Pharynx umgiebt und frei mit der Tentakelkrone communicirt, — so, dass der Raum in den Tentakeln als blosse Fortsetzung des Sinus erscheint. Eine Ausbreitung dieses Gefässsystems auf die Körperwände hat er nicht aufgefunden. Wir sehen mithin, dass Jourdain im Wesentlichen vollkommen Grube's Untersuchungen bestätigt, freilich ohne sich auf sie zu berufen. Die Flüssigkeit in den Schläuchen enthält nach dem Verfasser eine Menge Körperchen, die sich von denen der Leibesflüssigkeit durch einen beträchtlicheren Durchmesser auszeichnen sollen. Dieselben werden nicht durch die Contractilitat der Gefässe, sondern durch Flimmercilien in Bewegung gesetzt. Was endlich die Function des Gefässapparates betrifft, so wird sie für eine respiratorische gehalten.

Oben wurden bereits die Angaben Semper's berücksichtigt; es ist jedoch noch nachträglich über dieselben zu erwähnen, dass sie neuerdings vom Verfasser wiederholt wurden[2]). Ihre Deutung modificirt er übrigens etwas, indem er sie den anatomischen Verhältnissen der Holothurien adoptirt und die Schläuche am Oesophagus Polische Blasen nennt.

Diese, etwas weitläufig ausgefallene, literärische Übersicht lässt sich auf folgende Weise resumiren. Die von Delle Chiaje angedeuteten und von Grube genau ausgeführten Beobachtungen wurden lange nicht gehörig berücksichtigt, so dass manche Widersprüche und Unklarheiten in der Auffassung des Tentaculargefässsystems der Sipunculiden im Allgemeinen und des *S. nudus* im Besondern herrschten. Die Verhältnisse beginnen sich nur in der letzten Zeit zu klären, nach Maassgabe dessen, wie sich die Forscher der alten, fast vergessenen Grube'schen Auffassung wieder nähern. Die Belege für die Richtigkeit dieses Résumé's sind aus den nun folgenden eigenen Beobachtungen zu entnehmen.

Am Vorderdarm (Fig. 37 — 40, *i*) des *Sipunculus nudus* verlaufen der Länge nach

1) Comptes rend. T. 60 (1865) p. 1042 und ibid. T. 64. (1867) p. 871.

2) Reisen im Archipel. d. Philippinen. Th. II. Bd. I. (Holothurien). (1868). p. 191.

zwei mit ihm durch Bindgewebe verbundene Schläuche. Der eine derselben (*v*) liegt an der Dorsalseite des Vorderdarms, zwischen den beiden dorsalen Retractoren (*m*) des Rüssels und mit seinem hinteren Ende unterhalb des rückenständigen Mastdarmes mit dem After; der andere der beiden Schläuche (*v'*) hingegen befindet sich an der Ventralfläche des Vorderdarms zwischen den beiden ventralen Retractoren (*m'*) des Rüssels. Ihr Verlauf ist nicht gerade, sondern mehr oder weniger gewunden, je nach dem der Rüssel vor- oder zurückgezogen ist. Die Schläuche springen durch ihre Dimensionen nur wenig in die Augen, besonders wenn sie, was häufig der Fall ist, collabirt oder contrahirt und entleert sind. Auch durch ihre Farbe machen sie sich nicht bemerkbar, denn sie sind weisslich und bei der Zahrtheit ihrer Wandungen durchschimmernd. Um die Verhältnisse genauer zu erfassen, habe ich zahlreiche Injectionen sowohl mit kalten, in Wasser gelösten Farben, als auch mit warmer Gelatine angestellt. Dieselben gelangen ohne Schwierigkeit, wenn hierzu ein nicht collabirter Schlauch ausgewählt wurde; denn in einen collabirten lässt sich eine Canüle nur schwer einführen. Während der Injection tritt die farbige Flüssigkeit in die Tentakelkrone und von da in den andern Schlauch über. Man gewinnt auf diese Weise Präparate, an welchen sich die Anordnung des Tentakulargefässsystems ganz leicht studiren lässt.

Um den Anfangstheil des Oesophagus dicht hinter der Mundöffnung liegt ein ring- oder scheidenförmiger Sinus (*s*), welcher als Mittelpunkt des Tentakulargefässsystems angesehen werden kann. In der Mitte ist er etwas bauchig gewölbt, nach vorne und hinten zu aber leicht verengert. An der ventralen Fläche reicht er etwas weiter nach hinten, als an der dorsalen, so dass seine Länge unten circa 7 mm., oben dagegen nur 5 mm. beträgt. Sein grösster Querdurchmesser beläuft sich auf 5 mm. (Diese Maasse sind Injections-Präparaten erwachsener Thiere entnommen). Die ungefähre hintere Grenze des Sinus wird durch die Lage des Nerven-Schlundringes (*c*) bestimmt. Auf der oberen Fläche des Sinus liegt nämlich hinten der Hirnknoten (*n*) und entsendet jederseits eine Schlundcommissur, welche schräg in der Richtung von oben und vorne nach unten und hinten verläuft. Diese Commissuren vereinigen sich bekanntlich unterhalb des Oesophagus weiter nach hinten zu und gehen hier im das Bauchmark (*g*) über. Als die vordere Grenze des Sinus kann die Linie gelten, wo sich an ihn die vier Retractoren des Rüssels inseriren (Fig. 37 und 38). Auf der Ventralseite besitzt der scheidenförmige Sinus eine locale Unterbrechung (*f*) in Form eines longitudinalen, lanzetförmigen Schlitzes, der die Oberfläche der Speiseröhre frei zu Tage treten lässt. Nach hinten setzt sich der Sinus oben in den einen, unten in den andern der beiden Schläuche continuirlich, ohne scharfe Grenze, fort. Da der Oesophagus nur dünn ist und der Sinus sich nach hinten zu verengt, so liegen die Ursprungsstellen beider Schläuche dicht bei einander, so dass zwischen ihnen jederseits ein Zwischenraum von etwa nur 1 mm. übrig bleibt, wo der Sinus mit freiem, concavem Rande abschliesst (Fig. 39 u. 41). Die Längschläuche sind jeder im injicirten Zustande ungefähr 4,5 c. m. lang und an den stärksten Abschnitten 1,5 mm. dick. (Die injicirten erscheinen gewöhnlich noch mehr, als die nicht injicirten, gewunden, was durch die Überfüllung mit Injectionsmasse bedingt

wird). Nach hinten zu verschmälern sie sich etwas und laufen in eine blinde, leicht abgerundete Spitze aus.

Vorne geht der scheidenförmige Sinus unmittelbar in den Hohlraum der Tentakelmembran über. Die letztere verdient eine genauere Berücksichtigung, da sie bisher weder eingehend beschrieben, noch genügend abgebildet wurde. Die Tentakeln, oder besser gesagt, die Tentakelmembran oder Krone ist von hellgelber Farbe und bildet um und vor dem Munde einen Trichter, dessen Querdurchschnitt jedoch nicht kreis-, sondern hufeisenförmig ist (Fig. 42), und bietet zwei concentrische, seitwärts in einander übergehende Bögen. Die Anordnung der Tentakeln um die Mundöffnung ist daher eine ähnliche, wie bei gewissen Bryozoen, z. B. Lophopus, also bilateral-radiär, und nicht etwa einfach-radiär, wie bei den Holothurien. Die Lage der auf dem Durchschnitt hufeisenförmigen Tentakelmembran ist eine derartige, dass die Oeffnung oder Concavität des Hufeisens dem Rücken, die Convexität aber dem Bauch des Thieres zugekehrt ist. Der vordere, verdünnte Randtheil der Tentakelmembran ist fingerförmig, oder ähnlich manchen platten Hirschgeweihen, gelappt. An dem inneren, dorsalen Abschnitt derselben sieht man drei oder vier Hauptlappen. Auch an dem äussern, ventralen Abschnitt liessen sich mehrere, wenn auch weniger deutlich von einander gesonderte Hauptlappen unterscheiden. Rechts und links gehen die ventralen und dorsalen Lappen continuirlich in einander über. Diese Hauptlappen sind jeder in eine Anzahl secundärer Läppchen getheilt, welche ihrerseits in ein Paar platte, abgerundete Zacken oder Frangen auslaufen. Der äusserste Saum der ganzen Tentakelmembran ist etwas nach innen umgebogen. Der innere Abschnitt der Tentakelkrone überragt etwas den äusseren. Beide sind übrigens nicht blos gelappt, sondern auch gleichzeitig halskrausenförmig gefaltet. Macht man einen Längs- oder Querschnitt durch dieselbe, so sieht man, dass sie eine einzige blattförmige Höhle birgt, welche allerwärts von dünnen Muskelbündeln durchsetzt wird (Fig. 43). Diese Bündel gehen mit etwas verbreiterter Basis in das starke Muskelstratum der äussern und inneren Tentakelplatte über.

Der aus dem scheidenförmigen Sinus der beiden Schläuche und der Höhlung in der Tentakelkrone zusammengesetzte Apparat bildet ein zusammenhängendes, in sich abgeschlossenes Ganzes und communicirt nirgends, weder mit der Leibeshöhle, noch mit der Aussenwelt. Was seinen Inhalt anbetrifft, so ist derselbe, kurz ausgedrückt, Blut oder Leibesflüssigkeit mit den ihr specifisch eigenthümlichen Gebilden. So finden sich darin nicht blos die gefärbten und farblosen Blutkörperchen, sondern auch die Töpfchen. Manche der farblosen Blutkörperchen enthalten gelbrothe Körnchen, welche wahrscheinlich von ihnen verschluckt wurden. Ganz dieselben Körnchen finden sich nämlich zu makroskopischen Concretionen zusammengeballt häufig in den Schläuchen und bisweilen auch in der Tentakelhöhle, ein Umstand, auf den schon Grube aufmerksam gemacht hat. (S. oben.)

Wird nun die Frage nach der Function des eben geschilderten Gefässapparates aufgeworfen, so neige ich mich der Ansicht derjenigen zu, welche den Apparat dem Wassergefässsystem der Holothurien, ins besondere der Synapten, an die Seite stellen. Eine circu-

latorische Bedeutung wird man ihm nach Maassgabe seines Baues wohl kaum vindiciren können. Auch in respiratorischer Beziehung dürften seine Leistungen nur sehr unbedeutend sein; denn erstens müsste der Gasaustausch durch die immerhin nicht ganz dünnen Tentakeln vor sich gehen und könnte ferner nur auf das im Tentakelgefässsystem enthaltene Blut wirken, welches seinerseits mit dem Blut der Leibeshöhle erst durch die Wände der Schläuche hindurch in einen Gasaustausch zu treten hätte. Unter diesen Umständen dürfte es in der That am natürlichsten sein, dem fraglichen Apparate vorzüglich mechanische Leistungen zuzuschreiben: er ist eine Vorrichtung zur Erection der Tentakelkronen, welche ihrerseits als Tast- und Greiforgane fungiren möchten. Diese Erection wird offenbar durch die Contraction der beiden Längsschläuche, welche ihren Inhalt in den Hohlraum der Tentakeln auspressen, bewirkt. Erschlafft wird die Tentakelkrone hingegen durch die Action des ihr eigenen Muskelstratums und der inneren Trabekel, wobei die in ihr enthaltene Flüssigkeit in die Schläuche zurückfliesst.

Die hier vertretene Ansicht über die functionelle Bedeutung des Tentaculargefässsystems möchte ich übrigens nicht ohne Weiteres vom *Sipunculus nudus* auf die Sipunculiden im Allgemeinen ausgedehnt wissen. Wenn nämlich die Angaben Semper's über von demselben entspringende Gefässe der Haut und des Rüssels weitere Bestätigung finden würden, so würde auch für gewisse Sipunculiden eine circulatorische Bedeutung des Apparates mit in Betracht kommen müssen. Eine solche Modification der Bildung und Verrichtung des Apparates hätte jedoch nichts Befremdendes, da schon gegenwärtig, ausser von Semper, noch von andern Forschern bedeutende Abweichungen desselben bei verschiedenen Sipunculiden angetroffen wurden [1]).

Über die Entwicklung der Tentaculargefässe im Larvenleben liessen sich manche interessante, specielle Daten aus der einschlagenden Literatur hier anführen; da ich jedoch, aus Mangel an eigenen Beobachtungen, nicht im Stande bin, sie kritisch zu beleuchten, so will ich mich auf einige wenige, aphoristische Angaben beschränken.

Krohn [2]) erwähnt bei einer Actinotrocha aus Messina dreier schon von Gegenbauer gesehener, scharf umschriebener Anschwellungen, welche am Beginn des Mitteldarms, hinter dem Schlunde sich befinden und die Anlagen eines Gefässsystems sind. Ihre Farbe giebt er als blutroth an, da sie mit rundlichen Körperchen von dieser Farbe dicht angefüllt sind. Aus der darauf vom Verfasser erörterten Lagerung der ausgebildeten Gefässe geht hervor, dass hier nur das Tentakulargefässsystem gemeint sein kann. Die rothen Körperchen erweisen sich später als Blutkörperchen. Ein anderer Forscher, nämlich Schneider [3]), schliesst sich im Wesentlichen an seinen Vorgänger an. So bestätigt er die Entstehung der Blutkörperchen aus den blutrothen Zellenhäufchen der Larve. Die Blutkörper

1) Man vergl. z. B. Keferstein l. c. Zeitschr. f. w. Zool. XV.

2) *Pilidium* u. *Actinotrocha*. Müller's Arch. 1858. p. 294.

3) Über d. Metamorphose d. *Actinotrocha branchiata*. Müller's Arch. 1862. p. 47.

und das vordere Ringgefäss entstehen nach ihm aus zwei Zellenhaufen, die beiderseits am Oesophagus liegen. Später werden beide Zellenhaufen zu einem Bogen verbunden, welcher der Basis der Tentakeln folgt. (Schneider's Larven gehörten entweder zu *Sipunculus*, *Phascolosoma* oder *Aspidosiphon*).

Wenn wir die Beobachtungen über die späteren Entwicklungsstadien betrachten, wobei wir die Angaben beider eben citirten Forscher sowohl, als auch anderer zu Grunde legen und uns darüber hinwegsetzen, dass ihre Beobachtungen an verschiedenartigen, bisweilen unbestimmten, Larven angestellt wurden, so dürften wir annehmen können, dass der Tentakulargefässapparat bei den ausgebildeten Larven und jungen Sipunculiden viel complicirter, als bei den erwachsenen wäre. Er scheint sich hier weit nach hinten zu erstrecken, beide Längsstämme (die späteren Schläuche) in einander bogenförmig überzugehen und gefässartige Seitenanhänge zu besitzen. Auch eine Art von Blutcirculation wurde für einzelne Formen beschrieben. Im Laufe der Entwicklung müsste demnach das Tentakulargefässsystem eine ganz bedeutende Reduction erfahren, um auf der Stufe der Ausbildung, wie sie oben für das erwachsene Thier beschrieben wurde, anzulangen.

Von besonderem Interesse dürfte noch die Frage über den Ort der Entwicklung des Bluts sein. Da die Blutflüssigkeit sowohl die Leibeshöhle, als auch den von ihr durchaus geschiedenen Tentaculargefäss-Apparat anfüllt, so wurde früher die Vermuthung ausgesprochen[1]), dass dieselbe sich an zwei von einander unabhängigen Stellen entwickele. Der Entstehung der Blutkörperchen innerhalb der Embryonalanlage des Tentakulargefässapparates wurde schon oben, auf Grund früherer Beobachtungen, gedacht. Da aber keine entsprechenden Beobachtungen über ein Entstehen derselben auch in der Leibeshöhle vorliegen[2]), so halte ich es für angemessen, die Frage aufzuwerfen, ob nicht vielleicht die Blutelemente hierher erst aus dem Gefässapparat eingewandert wären? Eine solche Frage ist gewiss eine berechtigte, besonders in der gegenwärtigen Zeit, wo wandernde Blutkörperchen in der Physiologie und Pathologie eine so bedeutende Rolle spielen. Es ist offenbar kein Grund vorhanden, *a priori* das Wandern von Blutkörperchen, welches bei den Wirbelthieren eine so wichtige und häufige Erscheinung ist, für die Wirbellosen zu leugnen. Es fragt sich nun, ob nicht schon in der Wissenschaft einzelne Thatsachen vorliegen, welche auf ein Wandern von Blutkörperchen hindeuteten. Nachstehende Beobachtungen von Kowalewsky[3]), welche ihm räthelhaft blieben, scheinen mir kaum eine andere Deutung zuzulassen. Derselbe sagt nämlich in seiner Dissertation, welche über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Phoronis handelt, Folgendes: «Bei Thieren,

1) So von Keferstein für Phascolosoma. Zeitschr. f. w. Zool. XII. p. 47.

2) Wir wissen nur, dass bei der Actinotrocha die Blutkörperchen erst in geringer Zahl in der Leibesflüssigkeit auftreten und mit dem Wachsthume an Zahl zunehmen: Max Müller. Über eine den Sipunculiden verwandte Wurmlarve. Müller's Arch. 1850, p. 441. Fig. 10. Krohn. l. c. p. 377.

3) А. Ковалевскій. Анатомія и исторія развитія Phoronis. С. П. Б. 1867 г. Приложеніе къ Запискамъ Акад. Наукъ. Т. XI. № 1. стр. 16.

welche lange gehungert hatten, gelangten die Blutkügelchen auf irgend einem, für mich unbegreiflichen Wege in die Höhle, welche sich zwischen dem Gefäss und den Wandungen der Kiemen befindet. Hier zerflossen sie gleichsam und klebten an die Gewebe an, wobei sie zunächst, noch ehe sie ihre charakteristische Färbung einbüssten, sich abplatteten und ausbreiteten, und selbst dünne Fortsätze bildeten». Da Phoronis geschlossene Blutgefässe besitzt, so wüsste ich durchaus nicht, auf welche andere Weise, als durch Wanderung der Blutkörperchen durch die Wandungen der Kiemengefässe, man diese Erscheinungen erklären könnte. Es ist sehr möglich, dass sich ähnliche Beobachtungen an wirbellosen Thieren noch vielfach, hier und da zerstreut, auffinden liessen, wenn man sich die Mühe nehmen wollte, die zoologische Literatur speciell darauf zu durchstöbern.

III.

Braune Schläuche.

Taf. II. Fig. 44—50.

Es sind dies ein Paar in die Länge gezogener, schlauchförmiger Organe, welche auf der Bauchfläche des Thieres nach aussen münden.

Von Pallas[1]), dessen Anatomie des Sipunculus, der damaligen Zeit gemäss, sehr kurz gehalten ist, erfahren wir über die braunen Schläuche nicht viel mehr, als dass er sie für unzweifelhafte Geschlechtsorgane hält. Schon etwas mehr finden wir darüber bei Delle Chiaje[2]), welcher ihrer Contractilität besonders erwähnt, indem er sagt, sie bewegten sich selbst noch einige Stunden lang nach dem Tode. Ihrer functionellen Bedeutung nach stellt er sie den *vesiche* (Segmentalorganen?) der Blutegel und den Respirationsorganen der Holothurien an die Seite und hält sie für Respirationsorgane. Schweiger beschreibt dieselben in seiner Naturgeschichte, laut einem Citat von Grube, irriger Weise als ästige Gefässe und deutet sie, gleich Pallas, auf Generationswerkzeuge. Ihre Duplicität soll einen Hermaphroditismus des *Sipunculus nudus* bedingen. Grube selbst hat in seiner vortrefflichen, schon wiederholentlich von mir citirten Abhandlung[3]) nicht blos eine exacte Beschreibung, sondern auch recht gute Abbildung der braunen Schläuche geliefert. Er nennt sie «die beiden braunen Blasen» und sagt unter andern, dass sie an beiden Enden blind geschlossen sind und nahe dem vorderen Ende einen nach aussen mündenden Ausführungsgang besitzen. Letzterer soll zur Entleerung der in ihnen enthaltenen wässrigen Flüssigkeit und vielleicht auch zur Aufnahme des Meerwassers dienen. Demgemäss schliesst

1) Spicilegia zool. Fasc. X. p. 12—15. Tab. 8, 8 A.
2) l. c. p. 12.
3) p. 253. Tab. XI. Fig. 1.

sich Grube der Ansicht von Delle Chiaje an und meint ihnen vielleicht, gleich den Tentakeln, eine respiratorische Function vindiciren zu können. Uebrigens fügt er noch hinzu, dass aus ihren Wänden ein bräunlicher, sie ziemlich fest bekleidender Schleim abgesondert zu werden scheint.

Max Müller[1]) stellt es als ziemlich wahrscheinlich hin, dass die beiden, auf der Bauchseite einer Sipunculidenlarve ausmündenden Schläuche, — (offenbar unsere braunen Schläuche), — dem Respirationssystem angehören; denn einmal nämlich scheint ihre im Innern runzelige Haut auf Vermehrung der Oberfläche berechnet, und dann konnte man in ihnen, wenn sie durch Pressen herausgeschleudert worden, eine durch lange Wimpern erregte Strömung sehen, welche erst in die Oeffnung hinein, dann auf der einen Seite herunter und auf der andern wieder heraufkam.

Zu ganz andern Resultaten gelangte Peters am *Sipunculus indicus*, der dem unsrigen nahe stehen dürfte. Die braunen Schläuche desselben sollen nämlich häufig Eier enthalten, nach innen zu offen stehen und wären demnach ohne Frage als Oviducte zu betrachten. Im Gegensatz hierzu betont darauf Krohn[2]) ganz besonders die Abwesenheit solcher Oeffnungen bei der Larve und betrachtet sie als Hülfsargument gegen Peters. Uebrigens hat Krohn auch die Schläuche erwachsener Thiere des *Sipunculus nudus* untersucht und keine Oeffnung an ihnen finden können. Später kehrten Keferstein und Ehlers[3]) gewissermaassen wieder zur Ansicht von Pallas zurück und deuteten die braunen Schläuche als Hoden. Dieselben sollten aus einer festen *tunica propria* bestehen, welche nach innen von einem weiten Netzwerk von Muskelbündeln in Fächer abgetheilt wird; letztere sollten mit runden, kernhaltigen Zellen ausgekleidet sein, in denen sich Zoospermien bilden. In der Zeit der Samenreife finde man diese Fächer mit runden, feinkörnigen, gelben Blasen gefüllt, wohl Tochterzellen der oben erwähnten, grösseren Zellen. Später sollten solche gelbe Kugeln in das Lumen der Drüse hineinfallen und alsdann von einer Strahlenkrone frei gewordener Zoospermien umgeben sein, durch deren Bewegung sie lebhaft umhertanzen. Endlich sollen die Zoospermien frei werden und dann eine stecknadelartige Form mit besonders kleinem Kopfe besitzen.

Diese Auffassung wurde von Claparède angegriffen[4]). Es war ihm nämlich unmöglich, bei Phascolosoma-Arten der Nordsee Samenfäden in den Schläuchen zu entdecken, er fand vielmehr bei einzelnen Exemplaren die Samenfäden in der Leibeshöhle und bestätigt daher ältere Untersuchungen von Krohn, nach welchen sich dieselben in der Leibeshöhle entwickeln. Von diesen Verhältnissen gelang es Claparède Keferstein persönlich an Ort und Stelle zu überzeugen; woher denn auch letzterer, in einem bald darauf veröffentlichten Auf-

1) l. c. p. 439.
2) l. c. Müll. Ar. 1851. p. 372.
3) l. c. p. 49.
4) Beob. über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. Leipzig. 1863. p. 61.

satze[1]) die braunen Schläuche schon nicht mehr Hoden, sondern einfach Bauchdrüsen nennt. Claparède ist selbst nun unsicher, was für eine Bedeutung den braunen Schläuchen zuzuschreiben sei; doch meint er, ihrer Lage und drüsigen Structur nach, sie am ehesten für Excretionsorgane halten zu dürfen. Diese Auffassung erinnert an die von Grube, welcher freilich im Wesentlichen die Schläuche für Respirationsorgane hält, ihnen aber zum Theil auch eine excretorische Function zuschreibt.

Im Jahre 1864 veröffentlichte Semper[2]) Beobachtungen, welche er an den braunen Schläuchen tropischer Sipunculiden machte, und kehrt zum Theil zu der Auffassung von Peters zurück. Die Schläuche sollen sich in die Leibeshöhle öffnen und die Bedeutung von Geschlechtswegen und Samentaschen, resp. von Eier- und Bruttaschen haben. Eier und Samenzellen sollen nämlich durch ein besonderes, trichterförmiges Organ, das dem vorderen Ende der braunen Schläuche ansitzt, in die Schläuche selbst übergeführt werden. Hier sollen, wie es scheint, die Eier befruchtet und entwickelt werden. Diese trichterförmigen Hülfsorgane der braunen Schläuche sollen bei den echten Sipunculiden befranst sein. In einem neueren Aufsatze adoptirt darauf Keferstein[3]) diese Untersuchungsresultate Semper's ohne Weiteres. «Ehlers und ich, — sagt der Verfasser unter anderm, — hatten früher den Sipunculus als Zwitter beschrieben, und diese sog. Bauchdrüsen, indem wir darin Entwicklungsstadien der Zoospermien fanden, für Hoden erklärt. Wir müssen diese Angaben jetzt als irrthümlich zurücknehmen, finden aber in Semper's Beobachtung eine Entschuldigung für unsere falsche Deutung derselben». Die braunen Schläuche hält Keferstein nunmehr für vollkommene Analoga der Segmentalorgane der Borstenwürmer, zumal sie auch (Thalassema) in der Zahl von 3 oder 4 Paar vorkommen. Durch Semper's Entdeckung erklären sich, meint der Verfasser, alle Beobachtungen von Genitalproducten sowohl in der Leibeshöhle, als auch in den Schläuchen, auf's Schönste. — In demselben Jahre, als Keferstein, wie es scheint, ohne auf wiederholte eigene Beobachtungen zu fussen, sich zu der Lehre von Semper bekannte, gelang es Jourdain[4]) an *Sip. gigas* und *obscurus* die Beobachtungen des letztgenannten Forschers zu bestätigen. An den braunen Schläuchen, unweit ihrer Insertion, findet sich nämlich eine, mit einem Sphinkter versehene Oeffnung, welche sie mit der Leibeshöhle communiciren lässt. Auf Grund dessen hält auch er es für wahrscheinlich, dass die braunen Schläuche, gleichsam als Nebenfunction, die Geschlechtsproducte herausleiten. Ihrem Wesen nach nimmt er jedoch die Schläuche für Harnwerkzeuge, da sie häufig von einer bräunlichen oder grünlichen Flüssigkeit ausgedehnt sind. In seinem späteren Aufsatz[5]) überträgt Jourdain diese Angaben noch auf zwei andere Species desselben Geschlechtes und vergleicht die braunen Schläuche bei dieser Gelegenheit mit den Bojanus'schen Organen. Unterdessen hatte auch schon Keferstein[6])

1) Unters. über nied. Seethiere. V. Beitr. zur Kenntn. der Gatt. Phascolosoma. Zeitschr. f. w. Zool. XII. 1863. p. 35.
2) Reisebericht. Zeitschr. f. w. Zool. XIV. p. 420.
3) l. c. Zeitschr. f. w. Zool. XV. 1865. p. 414.
4) Comptes-rend T. 60. 1865. p. 1042.
5) Comptes rend. T. 64. 1867. p. 871.
6) Unters. über einige amerik. Sipunculiden. Zeitschr. f. w. Zool. XVII. p. 51. Tab. VI. Fig. 17.

eine innere spaltförmige Oeffnung an den Schläuchen bei Phascolosoma (Aspidosiphon) truncatum aus Panama beobachtet und durch eine, freilich nur mangelhafte, Figur dargestellt. An den übrigen Arten scheint er jedoch keinen Spalt gefunden zu haben.

Ich wende mich nun zu der objectiven Beschreibung der fraglichen Organe. Nächst Darmkanal und Rüsselretractoren sind es die beim Oeffnen eines Sipunkels ammeisten in die Augen springenden Organe. Sie sind beim *Sipunculus nudus* stets nur in der Zweizahl vorhanden und symmetrisch gelagert. Sie liegen der Länge nach an der Bauchfläche der Leibeshöhle, dem vorderen Körperende bedeutend näher, als dem hinteren und zwar ungefähr dem Mastdarm gegenüber, zu beiden Seiten des Nervensystems (Fig. 44, *g*). Ihre Gestalt ist eine schlauch-, oder, noch besser, spindelförmige zu nennen; ist jedoch von dem zufälligen Contractionszustande der Organe abhängig. Das vordere Ende ist das breitere und könnte als Fundus bezeichnet werden, während das hintere, sich allmälich verschmälernde, die Spitze genannt werden könnte. Die Oberfläche der Schläuche ist nicht etwa glatt, sondern mehr oder weniger in runzelige Längs- und Querfältchen gelegt, deren Ausprägung von dem Contractionsgrade der Schläuche abhängt. Im erschlafften Zustande sind die Schläuche lappig und platt zusammen gefallen. Sie flottiren frei in der Leibesflüssigkeit und sind nur in der Nähe des Fundus mit ihrer unteren Fläche an die Leibeswandung mittelst eines platten und kurzen, mesenterienartigen Visceralmuskels (*vm*) befestigt, welcher eine kleine Strecke in longitudinaler Richtung an ihnen hinläuft. Dieser Anheftemuskel birgt in sich den nur kurzen Ausführungsgang (*dc*) der Schläuche. Wie schon Grube ganz richtig bemerkte, geht derselbe nicht etwa senkrecht auf die Haut, sondern schräge nach vorn hinaus; und, wie ich der grössern Genauigkeit wegen noch hinzufügen kann, auch etwas nach aussen. Er ist sehr eng, noch keinen Millimeter breit und endigt an der äussern Körperoberfläche mit einer, scheinbar durch einen Sphincter verschliessbaren Oeffnung, inmitten einer helleren, durch eine seichte Ringfurche von der übrigen Körperoberfläche abgesetzten Stelle etwa von der Grösse eines Stecknadelköpfchens. Beide Mündungen liegen dem After gegenüber, an der Bauchfläche, um mehrere, beispielsweise 6 oder 7 Querringelungen des Körpers nach vorne zu. Ihr gegenseitiger Abstand ist ungefähr 10 mm. Mitten zwischen ihnen, aber natürlich an der innern Wandung der Leibeshöhle, verläuft die Bauchganglienkette. Die Farbe der Schläuche ist eine braune, ins Goldgelbe oder Grünliche stechende. Was ihre Dimension anbetrifft, so lässt sich schwer darüber reden, indem dieselbe nicht nur eine variable ist, sondern auch von dem jedesmaligen Grade der Contraction abhängt. Um wenigstens ein annähernes Maass zu nennen, wollen wir die Länge der Schläuche erwachsener Exemplare, im erschlafften Zustande auf 5 c. m. bestimmen. Dabei ist auch ihre Dehnbarkeit eine ganz enorme, denn sie lassen sich durch künstliche Injectionen um das Doppelte, ja Dreifache ihrer ursprünglichen Länge ausdehnen. Figur 45 stellt eine Injection in natürlicher Grösse dar, in welcher der Schlauch, trotz der erstaunenswerthen Ausdehnung (von 0,1 m.), welche er erreicht hat, doch noch nicht vollkommen seine Querrunzelungen eingebüsst hatte, was darauf hinweisst, dass er bei vorsichtiger Behandlung

sich noch etwas mehr hätte ausdehnen lassen. Nicht immer sind beide Schläuche gleich entwickelt; so traf ich sogar ein Exemplar, bei welchem der eine von ihnen ganz rudimentär, von der Grösse einer kleinen Erbse, der andere hingegen überaus entwickelt erschien. Der atrophische Schlauch war etwa birnförmig.

Bei der Durchmusterung der ganzen Oberfläche der Schläuche, mit blossen Augen sowohl, als auch unter der Lupe und dem zusammengesetzten Mikroskop, war ich nie im Stande auf ihr irgendwo eine Oeffnung zu entdecken. Eine solche konnte auch durch Injectionen, leichte sowohl, als auch forcirte, nicht nachgewiesen werden. (Zu diesen Injectionen bediente ich mich theils kalter wässriger Farbenlösungen, theils warmer, gefärbter Gelatine. Die Canüle der Spritze wurde dabei bald durch den Ausführungsgang in die Schläuche eingeführt, bald ins vordere oder hintere Ende denselben eingebunden). Unter diesen Umständen sehe ich mich genöthigt, die Existenz einer normalen inneren Oeffnung der Schläuche, für unseren *Sipunculus nudus* wenigstens, entschieden zu leugnen. Wenn wir übrigens die oben citirten Angaben früherer Forscher über diesen Punkt genauer in's Auge fassen, so überzeugen wir uns, dass am *Sipunculus nudus* noch niemand bisher die fraglichen Oeffnungen an den braunen Schläuchen gesehen zu haben angiebt. Können denn dieselben nicht recht gut unsern Sipunculus abgehen und beim den ihm verwandten, von Peters und Jourdain untersuchten, Species vorhanden sein? Liessen sich doch dieselben bisher auch noch nicht bei allen darauf untersuchten Phascolosomen auffinden. Ebenso wie es Arten mit und welche ohne Porus am hinteren Körperende giebt (Jourdain), kann es doch auch welche mit und welche ohne innere Oeffnung der Schläuche geben.

Mit dem Nichtvorhandensein der inneren Oeffnung scheint das gelegentliche Vorkommen von Geschlechtsproducten in den Schläuchen schwer vereinbar. Schon Grube hat nämlich bei drei Thieren in den Schläuchen Eier gefunden; auch mir sind zwei Thiere in die Hände gekommen, deren Schläuche, ohne eine Ruptur zu zeigen, stark eierhaltig waren. Ausserdem bin ich im Stande, auch einen Fall anzuführen, wo sich in den ganz intacten Schläuchen (und gleichzeitig auch in der Leibeshöhle) Spermatozoen in Masse vorfanden.

Ebenso wenig, wie Grube, bin ich im Stande zu erklären, auf welchem Wege die Geschlechtsproducte in die Schläuche in diesen Ausnahmsfällen gelangt sind; doch wäre es möglich, dass sie von aussen mit dem Seewasser von den Schläuchen aufgesaugt wurden, da der Sipunculus blos mit einer eben ins Wasser entleerten Eier-, resp. Samenmasse in Berührung gekommen zu sein brauchte; denn ebenso gut, wie die Schläuche gelegentlich Sand in sich aufnehmen, — (ein Umstand, den Grube schon anführt, und den ich bestätigen kann), — so mögen sie wohl auch ins Wasser gerathene, Eier, fremde oder ihre eigenen, in sich aufnehmen.

Die Wandung der braunen Schläuche zeichnet sich besonders durch ihre starke Muskelschicht aus (Fig. 47, 50). Stücke von mit Gelatine injicirten, ausgedehnten Schläuchen eignen sich besonders zum Studium der Anordnung der Muskelzüge, da sie sich

leicht auf dem Objectträger ausbreiten lassen. Wir finden in der Muskelschicht zierliche Quer- und Längszüge, deren Fasern stellenweise bogenförmig in einander übergehen. Es wechseln an ihr Striche oder Bahnen mit einander ab, an denen, wie in der Mitte unserer Zeichnung, die Längs- und Querzüge deutlich gesondert sich regelmässig kreuzen und solche, wo dieselben, wie an den Seiten der Zeichnung, sich netzförmig dicht verflechten und zierliche Bögen beschreiben. Eine solche Anordnung der Muskelbündel bedingt es wohl auch, dass die Schläuche im contrahirten Zustande nicht glatt, sondern runzlich, ähnlich einem *Intestinum Colon*, jedoch unregelmässiger, gestaltet erscheinen. Der Querschnitt auf Fig. 50 lehrt, dass die circulären Fasern das äussere, die longitudinalen das innere Stratum darstellen.

Bringt man einen möglichst schmalen Streifen der lebenden Schläuche mit etwas Seewasser unter das Mikroskop, so überzeugt man sich, dass dieselben von einem merkwürdigen Epithel (Fig. 49) ausgekleidet sind. Die einzelnen Zellen scheinen von cylindrischer Gestalt zu sein. Ihr vorderes, freies Ende ist abgerundet, das hintere leider nicht sichtbar, weil es von den davor liegenden Zellen verdeckt wird, und es nicht möglich ist, von einem frischen Präparat nur eine einzige Reihe von Zellen abzuschneiden. Durch Isolation der Zellen lässt sich keine Aufklärung über ihre Gestalt gewinnen, denn sie behalten ihre Form nicht bei, sondern werden sogleich kugelig. Sie besitzen nämlich eine ganz besonders geringe, man möchte sagen, flüssige Consistenz und haben keine Membran. Ihr Inhalt ist grünlichgelb, körnig und zeigt ohne Zusatz von Reagentien keinen Kern; doch soll ein solcher nach Zusatz von Essigsäure sogleich in die Augen fallen (Keferstein und Ehlers p. 49). Die abgerundeten, ins Lumen des Schlauches vorstehenden Enden der Zellen entsenden Flimmercilien, welche als Pseudopodien der Zellen aufzufassen sein dürften. Eine solche Auffassung wird dadurch motivirt, dass die Cilien hin und wieder eingezogen zu werden, und später von neuem wieder aufzutreten scheinen[1]; sowie auch dadurch, dass die Cilien nicht immer ganz glatt, sondern häufig geknickt und varicös sind und nicht selten an ihrem Ende ein Köpfchen tragen. In letzterer Beziehung nähern sie sich entschieden den Cilien der Töpfchen. Die Cilien des braunen Epithels sind in lebhaft schlagender Bewegung begriffen. Einzelne der Zellen desselben überragen ihre Nachbarn bedeutend (s *f*), die mittlere Zelle auf unserer Figur, wobei ihr freies Ende nach unten zu mehr oder weniger abgesetzt erscheint und dermaassen in der umgebenden Flüssigkeit zittert und flottirt, dass man jeden Augenblick erwartet, es würde gleichsam abtropfen. Es dürfte nicht unwahrscheinlich sein, dass die secretorische Thätigkeit des Epithels nothwendig mit einem solchen periodisch an den einzelnen Zellen auftretenden Abtröpfeln (= Zellenvermehrung) zusammenhängt. — In der Flüssigkeit um das Präparat, so wie auch besonders in Zerzupfungspräparaten des Epithels, finden sich verschiedenartig gestaltete protoplasmatische Gebilde (Fig. 48). Dieselben sind theils dunkel, grünlichgelb

1) Ein locales Verschwinden und Wiederentstehen von Flimmercilien glaube ich mit mehr Bestimmtheit an der Körperoberfläche der Larven von Comatula beobachtet zu haben.

und körnig, theils farblos und glänzend. Zwischen diesen und jenen finden sich übrigens alle Uebergänge. Sie zeigen sämmtlich, freilich sehr verschieden ausgesprochene, amoeboïde Formveränderungen. Besonders sind es die farblosen Gebilde, welche manigfaltig gestaltete, bald stumpfere, bald fadenförmige, varicöse, sich häufig lebhaft schlängelnde und krümmende Fortsätze absenden. Manche der Gebilde, so namentlich solche, welche man wegen ihrer Kugelform als Zellen bezeichnen könnte, sind von gelbbrauner Farbe (*i*) und mit verhältnissmässig sehr langen Cilien in verschiedener Anzahl besetzt, und treiben durch den Schlag derselben munter umher, indem sie sich theils nur um ihre Axe drehen, theils aber auch fortschreiten. Ihrem allgemeinen Habitus nach documentiren sie sich entschieden als Theile des braunen Epithels. Ihre Cilien können Köpfchen tragen. Es sind offenbar dieselben Elemente, welche Keferstein und Ehlers für Bildungszellen des Samens hielten (p. 49. Tab. VII. Fig. 10), wobei sie durch die geköpften Cilien irregeleitet wurden. Diese Lesart wird durch die Keferstein-Ehler'sche Zeichnung entschieden bestätigt, wenn auch die Cilien erst bei mehr als 860-maliger Vergrösserung so gross erscheinen, wie die Verfasser sie bei 260-maliger gezeichnet zu haben angeben. Neben verschiedenartigen varicösen Fäden sieht man in der Flüssigkeit Massen abgerissener Cilien mit Köpfchen. Dieselben wurden von den eben genannten Forschern für Spermatozoen genommen. — Zwischen den unregelmässig fadenförmigen Fortsätzen der verschieden gestalteten Protoplasmamassen und den wahren Cilien mit und ohne Köpfchen weiss ich keine Grenze zu ziehen, besonders da ja auch an den Cilien des Epithels Varicositäten beobachtet wurden. Das Köpfchen scheint nämlich nichts weiter, als eine (etwa durch die Centrifugalkraft?) an die Peripherie geschleuderte Varicosität. Ich wiederhole daher nochmals den Ausspruch, dass die Cilien im Grunde wohl nichts weiter als einfache Protoplasmafortsätze, Zellenpseudopodien sind. Von den übrigen Fortsätzen dürften sie sich dadurch unterscheiden, dass sie besonders fein gerathen sind und somit bei einer, im Verhältniss zur Masse, bedeutenderen Oberfläche in grösserer Wechselbeziehung zur Aussenwelt stehen, und daher auch lebhaftere Bewegungen vollführen. Diese Auffassung findet darin ihre Stütze, dass die dünneren Fortsätze der im Präparat schwimmenden Gebilde energischere Bewegungen zeigen, als die dickeren. — Unter den kugelrunden braunen Elementen finden sich einzelne, in denen hellglänzende Körnchen lebhaft auf und nieder hüpfen. Je mehr ein Präparat der braunen Schläuche in Seewasser zerzupft wird, desto mannigfaltigere, contractile Gebilde sieht man darin auftreten.

Was nun die morphologische Bedeutung der braunen Schläuche anbetrifft, so schliesse ich mich gerne der Ansicht an, nach welcher sie den Segmentalorganen der Annulaten homolog sein sollen. Ihrer Function nach sind es offenbar Excretionsorgane, worauf besonders ihr Epithel hinweist. Welche Stoffe es sind, die durch dieselben ausgeschieden werden, haben die Chemiker zu bestimmen, wobei sie gewiss zunächst an die Bestandtheile des Harns zu denken haben werden.

Für Genitalwege können die Schläuche unserer Species wegen des Mangels einer

inneren Oeffnung nicht gehalten werden. Die etwaige Annahme eines temporären Entstehens einer inneren Oeffnung durch eine Ruptur behufs der Entleerung der Geschlechtsproducte wäre eine unbegründete Hypothese, welche mit der so beträchtlichen Contractilität der Schläuche in offenbarem Widerspruche steht. Bei unserem *Sipunculus nudus* dürften mithin die Geschlechtsstoffe ausschliesslich durch den Porus am hinteren Leibesende entleert werden. Sollte, selbst der letztere, wie Krohn behauptet und es auch mir fast scheinen möchte, organisch geschlossen sein, so käme doch dieser Verschluss blos durch eine äusserst dünne Membran zu Stande, welche sich gewiss, bei der Ueberfüllung der Leibeshöhle mit Geschlechtsproducten, durch eine forcirte Contraction des gesammten Hautmuskelschlauches sprengen liesse [1]).

IV.

Geschlechtsproducte.

Taf. II. Fig. 51 — 63.

Bereits im ersten Capitel wurden unter den in der Leibesflüssigkeit vorkommenden Formelementen auch die Geschlechtsproducte aufgeführt. Im gegenwärtigen Abschnitt sollen sie nähere Berücksichtigung finden, da die Acten über ihre Entstehung noch immer nicht geschlossen sind.

a) Männliche Geschlechtsproducte. Dieselben wurden bereits von Krohn [2]) entdeckt und folgendermaassen beschrieben. Bei einigen Individuen findet man, ausser den specifischen Elementen des Bluts, in der Leibesflüssigkeit statt der Eier flachrunde Haufen aggregirter Bläschen oder Zellen körnigen Inhalts. Diese Bläschen sind die Bildungszellen des Samens; die Individuen also, in welchen sie sich ausschliesslich vorfinden, die Männchen. Die grössten dieser, stets von einer transparenten, äusserst feinen, Hülle umgebenen Zellenhaufen messen an $^{3}/_{20}$ mm. Dem blossen Auge erscheinen sie als weisslich trübe Körner. «In diesem noch unreifen Zustande, — fährt Krohn fort, — traf ich den Samen während des Winters in allen Männchen an. Indicien einer weiteren Ausbildung nahm ich erst im Frühjahr, und zwar unter vielen Tausenden von Zellenhaufen nur an äusserst wenigen wahr. Die Oberfläche der letzteren zeigte sich nämlich stellenweise mit äusserst dünnen

---

1) Ueber den Porus vergleiche man: Krohn l. c. 1851. p. 371; Keferstein & Ehlers l. c. p. 42; Jourdain l. c. 1867. p. 872.

2) l. c. 1851. p. 369.

Fäden besetzt, die den varikösen Fasern ähnlich, eine Reihe von spindelförmigen Anschwellungen darboten. Es mögen diese Fäden die ersten Andeutungen einer Umwandlung in Spermatozoen gewesen sein. Erst gegen die Mitte des April wurden in der Leibesflüssigkeit ganz reife, frei gewordene, cercarienförmige Spermatozoen beobachtet, obwohl in äusserst geringer Menge gegen die noch immer sehr überwiegende Zahl von Zellenhaufen. (Ausser *Sipunculus nudus* hat Krohn noch zwei Arten von Phascolosoma, nämlich *Ph. granulatum* (*verrucosum Gr.*, *Sip. echinorrhynchus d. Ch.*) und *Ph. scutatum* J. Müll. untersucht und ist im Wesentlichen zu den nämlichen Resultaten gekommen). Leider giebt Krohn über die männlichen Geschlechtsproducte keine Abbildungen, ein Umstand, welcher gewiss dazu beigetragen hat, dass seine so werthvollen Beobachtungen später verkannt, oder wenig berücksichtigt wurden. Daher kam es wohl auch, dass seine «flachen runden Haufen» von Keferstein und Ehlers[1]) missdeutet und einfach unter den specifischen Elementen des Blutes als «Körnerhaufen» aufgeführt wurden. Wohin die eben genannten Verfasser die Bildungsstätte des Samens verlegten, wurde schon im vorhergehenden Kapitel erörtert. Daselbst wurde auch bereits erwähnt, dass ihre Angaben von Claparède[2]) berichtigt wurden, welcher bei zwei Phascolosoma-Arten die Spermatozoen und ihre Bildungszellen in der Leibesflüssigkeit auffand. Diese Bildungszellen schwimmen gruppenweise herum. Vergebens suchte er an der flimmernden Leibeswand nach Drüsen, von welchen diese Zellen hätten abstammen können. Nirgends waren sie zu finden. Dagegen schwammen in der Leibesflüssigkeit mehrere undeutlich zellige, circa 0,09 mm. breite Klumpen, an deren Oberfläche ganz ähnliche Zellen hafteten, und die er für schwimmende Hoden hält. In Folge dessen nahm Keferstein[3]) seine und Ehlers frühere Angaben zurück, wobei er sich gleichzeitig auch auf Krohn und Pourtalés[4]) beruft, jedoch ohne eigene neue Untersuchungen über den *S. nudus* anzuführen. Mithin scheint Krohn bisher der einzige Forscher zu sein, welcher die Geschlechtsproducte unserer Species richtig gewürdigt und kurz beschrieben hat. Die nachstehenden eigenen Beobachtungen mögen zur Bestätigung und Erweiterung der Angaben des trefflichen Forschers dienen.

Die Bildungsstätte des Samens sind in der That die flachrunden Haufen aggregirter Zellen, welche wir, mit Claparède, der Kürze wegen, schwimmende Hoden nennen wollen. — Bisher scheinen diese schwimmenden Hoden nur im Zustande ihrer vollen Ausbildung berücksichtigt worden zu sein, während die Entwicklungsstufen derselben unbeachtet blieben. Die einfachste Form oder niedrigste Entwicklungsstufe der schwimmenden Hoden ist aber eine einfaches, frei in der Blutflüssigkeit schwebendes Kügelchen, eine Zelle (Fig. 51 *a*) von 0,0044 bis 0,0055 mm. im Durchmesser. Solche Kügelchen findet man nicht

1) l. c. p. 41. Taf. VI. Fig. 9 *a*.
2) l. c. p. 61. Fig. 22, 23.
3) Zeitschr. f. w. Zool. XII (1863), p. 35 u. XV (1865), p. 414.
4) On the Gephyrea of the Atlantic coast of the U. S. Proceed. of the Amer. Assoc. of Sc. V. Meeting held at Cincinnati. Washington 1851. 8. p. 41. Der Verfasser giebt an bei einzelnen Individuen von *Phascolosoma Gouldii* in der Leibeshöhle Spermatozoen gefunden zu haben.

selten in beträchtlicher Anzahl im Blute. Ihr Inhalt ist bald mehr, bald weniger körnig, wodurch der Grad ihrer Durchsichtigkeit bestimmt wird. Die wenig durchsichtigen erscheinen gelblichgrau. Einen Kern habe ich in ihnen nicht finden können; nach Zusatz von Essigsäure tritt in ihnen jedoch eine ganze Anzahl hellglänzender Kerne auf. Von den farblosen Blutkörperchen unterscheiden sie sich auf den ersten Blick durch ihre geringe Grösse und scharf umschriebene kugelige Form, ohne Pseudopodien. Dieselben Elemente finden sich zu zwei (*b*), zu mehreren (*c*) und vielen mit einander vereint und stellen maulbeerförmige Gruppen dar, welche nicht wenig an Eier mit Furchungskugeln erinnern. Es scheint kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass diese Gruppen aus den einzelnen Elementen durch einen Vermehrungsprocess hervorgehen. Die grösseren, aus zahlreicheren Kugeln zusammengesetzten Gruppen bilden die echten schwimmenden Hoden und besitzen, wie es scheint, immer eine mehr oder weniger deutliche Umhüllung, welche übrigens häufig auch schon an den kleineren vorhanden ist. Diese Umhüllung besteht aus einer hellen, farblosen und, scheinbar, structurlosen Membran, welche sich nicht selten stellenweise brückenartig von den darunter liegenden Elementen abhebt. Da dieselbe an den kleinsten Gruppen nicht beobachtet wurde, so dürfte man sie als ein Ausscheidungsproduct der Kugeln betrachten können. Das brückenartige Abheben derselben kann wohl kaum als ein Einwand gegen diese Auffassung gelten, da es ein secundäres sein dürfte. (Man denke nur an das spätere Abheben der Membran an den künstlichen Zellen in den geistreichen Experimenten von M. Traube[1]). Bisweilen kommt, wenn ich nicht irre, an der Umhüllung eine diffuse Verdickung vor; bei den Phascolosomen (Fig. 52) war eine solche sehr häufig, wenn nicht gar immer, vorhanden. Die von der Umhüllung umschlossenen Elemente sind im Allgemeinen, wie schon oben bemerkt wurde, kugelig; doch ist noch ergänzend hinzufügen, dass sie, wenn sie dicht zusammengedrängt sind, durch den gegenseitigen Druck abgeplattet werden, und dann von aussen mehr oder weniger hexagonal erscheinen. Die grösseren schwimmenden Hoden (*f*, *g*) sind *en face* rundlich oder oval; betrachtet man sie aber von der Seite, so überzeugt man sich davon, dass ihre Form nicht etwa kugelig, sondern, wie die der membranösen Blasen, abgeplattet, fladenförmig, ist. Sie besitzen in der Regel einen Durchmesser bis zu 0,07 und 0,08 mm., doch kommen auch welche mit einem Durchmesser von 0,1 mm. vor.

Am 18. (6.) Mai wurde durch Anstechen eines Sipunculus Leibesflüssigkeit gewonnen, in der es von Zoospermien wimmelte. Ausserdem fanden sich in ihr, neben den Blutkörperchen, membranösen Blasen und Töpfchen, auch viele schwimmende Hoden. Die Zoospermien (Fig. 53 *a*) bieten ihrer Gestalt nach viel Aehnliches mit denen zahlreicher Wirbelthiere. Sie besitzen eine Gesammtlänge von circa 0,0473 mm., wovon 0,0033 auf das Köpfchen und 0,0440 auf das Schwänzchen kommen. Die Breite des Köpfchens beträgt an 0,0022 mm. Das Köpfchen erinnert der Gestalt nach an eine Bischofsmütze, ist nicht

1) Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose. Müller's Arch. 1867 p. 87.

etwa elliptisch, wie nach Claparède bei Phascolosoma (Fig. 54). Man kann an ihm deutlich ein grosses, tonnenförmiges Mittelstück und zwei Endstücke unterscheiden. Von den Endstücken ist das vordere in der Regel mehr oder weniger knopfförmig und klein, das hintere jedoch doppelt so breit und scheint in der Mitte, an der Stelle, wo sich das Schwänzchen inserirt, eingekerbt zu sein. Die drei Abschnitte des Köpfchens sind durch deutliche Quercontturen, respective Furchen, von einander abgesetzt; es dürfte daher besonders interessant sein, eingehende histologische und mikrochemische Studien an den Samenfäden anzustellen, wie sie von Schweigger-Seidel[1]) für die Wirbelthiere gemacht wurden. Derselbe weist bekanntlich nach, dass die Samenfäden aus drei optisch und chemisch differenten Abtheilungen, Kopf, Mittelstück und Schwanz, bestehen Es wäre daher möglich, dass auch die drei Abschnitte des Köpfchens beim Sipunculus sich nicht ganz gleich verhielten. Eine Membran habe ich am Köpfchen nicht wahrnehmen können. Das Köpfchen besitzt einen starken, fettigen Glanz und erscheint daher grau und undurchsichtig. Das Schwänzchen ist ein langer, dünner Faden, welcher im Gegensatz zum Köpfchen hell und durchsichtig ist. Bald ist es gerade gestreckt, bald bogen- oder wellenförmig gelagert. Die Spermatozoen sah ich meist ruhig daliegen und nur von Zeit zu Zeit plötzlich, mit einem Ruck in einem kleinen Bogen, bald in der einen, bald in der andern Richtung hinschiessen und dann wieder zur Ruhe kommen. Gelegentlich bewegen sie sich auch mehr geradlinig durch Schlängelung des Schwänzchens fort. Das Köpfchen scheint bei diesen locomotorischen Bewegungen keinen activen Antheil zu nehmen, obgleich ich an ihm deutliche Formveränderungen beobachtet habe[2]). So nimmt es bisweilen eine mehr kugelige Form an oder wird selbst vorne breiter als hinten. Freilich ist diese Contractilität im Vergleich zu der des Schwänzchens eine nur sehr geringe. Wie weit die Contractilität des letzteren geht, beweist besonders schlagend folgendes Experiment. Ich entfernte die Papierstreifen, welche unter das Deckgläschen zum Schutze des Präparates gelegt waren; sogleich wurden die Schwänzchen vollkommen eingezogen und erschienen als heller Protoplasmasaum des Köpfchens (Fig. 53, *b*), so dass, die Samenelemente zu runden Körpern wurden. Nach einiger Zeit strahlte von dem hellen Saume ein Fortsatz aus, in welchen schliesslich die ganze Masse desselben überging, wodurch die Samenkörperchen wieder ihre vorherige Gestalt erlangten. Das Einziehen des Schwänzchens ist mehrfach interessant. Erstens zeigt sich hierbei besonders deutlich, dass Köpfchen und Schwänzchen, wenigstens in ihren optischen Eigenschaften, verschieden sind; zweitens wird von vorne herein eine etwaige Annahme widerlegt, dass Köpfchen und Schwänzchen von einer allgemeinen Membran umhüllt wären[3]); und drittens wird dem Schwänzchen dadurch die Bedeutung eines retractilen Flim-

1) Ueber d. Saamenkörp. u. ihre Entwickl. Schultze's Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. p. 309.

2) Für die Samenkörperchen der Wirbelthiere wurden ähnliche Formveränderungen bereits von Grohe angegeben. (Ueber d. Beweg. d. Saamenk. Arch. f. patholog. Anat. XXXII.)

3) Eine Annahme, welche bekanntlich für *Helix pomatia* von Keferstein gemacht wurde. (Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs. Bd. III. 2. Abth. p. 1215. Taf. CV. Fig. 5 u. 6.

merhaares, einer Pseudopodie zugewiesen. (Man vergl. das im vorhergehenden Abschnitte über die Flimmercilien auf dem Epithel der braunen Schläuche Gesagte).

Am 23. (11.) Mai kam ein zweites, Spermatozoen enthaltendes Individuum zur Section[1]). Die Spermatozoen besassen hier übrigens nicht ihre typische Gestalt, sondern hatten ihr Schwänzchen eingezogen, so dass sie sich, wie im oben beschriebenen Experiment, als dunkle, von einem hellen, halbmondförmigen oder ringförmigen Saum umgebene Köpfchen darstellten. In diesem Falle war diese Gestaltveränderung jedoch nicht in Folge einer plötzlichen, mechanischen Reizung, sondern offenbar durch chemische Einflüsse hervorgebracht. Die Leibesflüssigkeit des betreffenden Thieres war nämlich auffallend verändert. (Es flottirte darin ein flockiger Niederschlag, welcher aus membranösen Blasen und Detritus bestand. Es wurden in ihr weder schwimmende Hoden, noch normale Blutkörperchen gefunden, wohl aber vereinzelte Zellen mit deutlichem Kern, welche abgestorbene Blutkörperchen zu sein schienen. Auch lebende Töpfchen wurden vermisst, dagegen fanden sich abortirte vor. Ausserdem zeigten sich in der Leibesflüssigkeit zahlreiche sich langsam biegende und krümmende Stäbchen oder Fäden (offenbar Bacterien und nicht etwa Spermatozoen-Schwänzchen). — Diese Beobachtung lässt zwei Deutungen zu: entweder wurden die Spermatozoen noch vor ihrer Ausbildung frei, wofür der Umstand spräche, dass im Blut gar keine schwimmenden Hoden gefunden wurden, oder aber die Spermatozoen haben erst später ihr Schwänzchen in Folge der chemischen Veränderung des Blutes eingezogen. Diese zweite Deutung dürfte besonders in den folgenden, vom Hrn. Akademiker Owsjannikow an den Spermatozoen von Fischen angestellten Beobachtungen einen Beweis *per analogiam* finden[2]). Bei längerer Einwirkung von Wasser sah der eben genannte Forscher das Schwänzchen schwinden und statt dessen eine hellgraue Substanz auftreten, welche entweder wie eine Membran das Köpfchene umrandete, oder dasselbe nur theilweise umgab, oder neben ihm lag. Um die Herkunft dieser Substanz nachzuweisen, versuchte Owsjannikow zu einer geringen Quantität Samenflüssigkeit ganz allmählich immer mehr und mehr Wasser zuzusetzen. Hierbei sah er das Schwänzchen sich mehr und mehr verkürzen und gleichzeitig um das Köpfchen herum allmählich eine dünne, hellgraue Schicht auftreten. Diese Schicht verdickte sich immer mehr und mehr auf Kosten des Schwänzchens, bis letzteres ganz in dieselbe überging. Aehnlich verhalten sich die haarförmigen Fortsätze, welche die Samenkörperchen des Flusskrebses umgeben, denn auch sie werden beim längeren Einwirken des Wassers eingezogen.

In der eben citirten, interessanten Abhandlung schliesst sich Prof. Owsjannikow in Bezug auf die Genese der Fischspermatozoen den Untersuchungen derjenigen neueren Forscher an, nach welchen das Köpfchen aus dem Kern, das Schwänzchen aus dem Inhalte

1) S. oben, bei Gelegenheit der braunen Schläuche.

2) Ф. Овсянниковъ. О развитіи и гистологическомъ строеніи рыбьихъ живчиковъ. Труды перваго съѣзда русск. естествоиспыт. въ Петербургѣ. 1868 г. 4. (Отдѣл. по анатоміи и физіол. стр. 177.) (Ueber d. Entwickl. u. d. histol. Bau d. Fischspermatozoen. Abhandl. d. Isten Versamml. russischer Naturforscher).

einer Zelle direct hervorgeht. Nachdem er diesen Entwicklungsmodus für mehrere Fischarten durch sorgfältige histologische Untersuchungen festgestellt hat, weist er, und gewiss mit vollem Rechte, darauf hin, dass die eben erwähnten Beobachtungen über das Einziehen des Schwänzchens an sterbenden Zoospermien diesen Entwicklungsmodus bestätigen, da die Zoospermien gleichsam wieder zu ihrer ursprünglichen Form zurückkehren. Das von mir beschriebene temporäre, durch mechanische Reizung erfolgte, Einziehen der Spermatozoen-Schwänzchen lässt diesen Rückschluss gewiss noch mehr an Berechtigung gewinnen. Ich glaube daher, ihn auf Grund einer Analogie auf die Genese der Spermatozoen des Sipunculus anwenden zu dürfen. In Folge dessen stelle ich mir die Entwicklung der Spermatozoen dieses Thieres auf folgende Weise vor. Ein jedes der Elemente der schwimmenden Hoden, welches in seiner Grösse, so wie auch in seinem optischen Verhalten sich so sehr dem Köpfchen der Spermatozoen nähert, scheidet eine helle, aufquellende Protoplasmamasse aus und differenzirt sich gleichsam dadurch in Zellenkern und Zelleninhalt. Der Kern wird zum Köpfchen des Samenkörperchens, während der Inhalt sich in eine lange Wimper, das Schwänzchen, auszieht. Eine Bestätigung dieser, wohl nicht unplausiblen Muthmaassung, muss freilich späteren Forschungen anheimgestellt werden.

b) Weibliche Geschlechtsproducte. Bereits den älteren Forschern war die Thatsache bekannt, dass zu gewissen Zeiten in der Leibesflüssigkeit Eier enthalten sind. Die erste Beschreibung derselben wurde, meines Wissens, von Grube[1]) gemacht; doch verkannte derselbe ihre Kugelform und hielt es für wahrscheinlich, dass ihre Form die einer biconcaven, am Rande stark abgerundeten Linse sei; demgemäss gab er auch eine muthmaassliche Profilansicht (Taf. X. Fig. 2) eines Eies, von der er jedoch in der Tafelerklärung wiederholt, dass sie die wahrscheinliche Form des Eies oder Keimes wiedergiebt. Die Poren der Schalenhaut nahm Grube für sich kreuzende Furchen, ein Irrthum, der wohl auf Rechnung der damaligen Mikroskope zu schieben ist. Im Jahre 1849 veröffentlichte H. Meyer[2]) einen kleinen Aufsatz, in dem er nochmals das Vorkommen von Eiern in der Leibesflüssigkeit constatirt und besonders betont, dass dieselben auf sehr verschiedenen Stufen der Entwicklung angetroffen werden, und kommt daher zu dem Schlusse, dass seine Beobachtungen noch mehr, als die bisher gemachten, darauf hinweisen, dass sich die Eier vielleicht in der Leibeshöhle bilden. Bald darauf beschrieb Peters[3]) einen auf dem Darm verlaufenden und Eier enthaltenden Kanal, der in einigen Fällen deutliche traubige Anhänge besass, welche ebenfalls Eier mit dem Keimbläschen enthielten. Den Kanal nimmt er für einen Eileiter und seine Anhänge für Ovarien. Ich muss gestehen, dass mir diese Beschreibung unverständlich geblieben ist und dass ich nicht im Stande war, sie weder mit den Beobachtungen anderer Forscher, noch mit den meinigen in Einklang zu bringen. Die Beobachtung von Peter's sollte übrigens blos hier erwähnt werden um sie vor Vergessenheit zu schützen, kann

1) l. c. p. 255.
2) Zur Anatomie d. Sipunculiden. Zeitschr. f. w. Zool. I. (1849), p. 269.
3) l. c. p. 383.

jedoch ohne genauere Berücksichtigung bleiben, zumal sie an einer tropischen Species, dem *S. indicus*, angestellt wurde. Werthvolle Detailangaben über die Beschaffenheit der Eier des *S. nudus* verdanken wir Krohn[1]) und aus neuerer Zeit Keferstein und Ehlers[2]). In Bezug auf die Entstehung der Eier entfernen sich die beiden letztgenannten Forscher von den früheren Angaben, indem sie als Bildungsstelle derselben die Haut betrachten; sie geben nämlich an, im December bei fünf Exemplaren unter der Haut grobe Körner bemerkt zu haben, welche von Eierklumpen herrührten und in der Cutis eingebettet lagen. Sie stellen dieselben auf Taf. VIII. Fig. 1 und 2 dar. — Die Eier sollten sich in etwa 0,25 mm. grossen, an ihrer Aussenfläche stark wimpernden Schläuchen bilden, in denen man meistens eine Menge zelliger Abtheilungen und ein oder zwei schon ziemlich reife Eier von 0,1 mm. Grösse beobachte. Auch fände man einzelne freie Eier in diesen Hohlräumen der Cutis; von hier sollten die Eier muthmasslich meistens noch in Gruppen zusammenhängend, in die Leibeshöhle durch jene Lücken, welche bei der Kreuzung der Ring- und Längsmuskeln offen bleiben, gelangen und sich erst nachträglich weiter ausbilden. Hierbei wiesen die Verfasser auf die zahlreichen Würmer hin, bei denen eine analoge Entstehungsweise der Eier in der Haut stattfindet. Diese Beschreibung sollte jedoch nicht bestätigt werden, indem Claparède[3]) für Phascolosomen nachwies, dass die Eier nicht in der Haut, sondern, ähnlich den Spermatozoen, in schwimmenden Zellengruppen entständen, dass mithin ein an die schwimmenden Eierstöcke der Echinorhynchen erinnerndes Verhältniss obwalte. Diese Untersuchungsresultate wurden, so viel mir bekannt, bisher ohne Controlluntersuchungen auf unsere Species übertragen, so dass das Vorkommen von Eifollikeln in der Haut derselben noch immer keine gründliche Widerlegung gefunden hat.

In Folge dessen versuchte ich die angeblichen Eifollikel aufzufinden, gelangte jedoch dabei blos zu negativen Resultaten und bin daher geneigt, ihre Existenz entschieden zu leugnen, zumal auch ich Eier auf den verschiedensten Stufen der Ausbildung direct in der Leibesflüssigkeit fand. Die einfachsten derselben stellen lediglich kugelige Zellen dar und unterscheiden sich kaum von den farblosen Blutkörperchen im Moment ihrer Ruhe. Anfangs sind sie nackt, bedecken sich jedoch später mit einer hyalinen, farb- und structurlosen Membran (Fig. 55). Dieselbe ist nicht etwa gleichmässig, sondern mit höckerigen, diffusen Verdickungen versehen. Keferstein und Ehlers sagen mit Unrecht, dass sie aus dicht an einander grenzenden grossen Zellen bestände. Ursprünglich liegt sie der Zelle dicht an (A), hebt sich jedoch später von derselben ab (B), indem sie rascher wächst, als das Ei, und füllt sich mit Serum. (Um den Vorgang dem Verständniss näher zu bringen, darf man wohl an eine Analogie mit den M. Traube'schen künstlichen Zellen denken). Darauf vermehrt sich die Eizelle durch Theilung innerhalb der Kapsel. Um jede neu entstandene Zelle bildet sich wiederum eine Kapsel, auf die oben beschriebene Weise. Die secundären Eizellen vermehren sich abermals, ihre Brut erhält wiederum eine Hülle, und so geht der Process weiter.

1) l. c. 1851. p. 369.
2) l. c. p. 50.
3) l. c. p. 61.

Es entstehen auf diese Weise Complexe von Zellen (Fig. 56. A, B), welche lebhaft an in einander geschachtelte Echinococcusblasen erinnern, aus einer verschiedenen Anzahl von Generationen bestehen, und schwimmende Ovarien genannt werden können. Dieselben dürften übrigens nicht immer zu Stande kommen, da vielmehr einzelne freie Ovula sich auch direct ohne intracapsuläre Vermehrung zu Eiern auszubilden scheinen. Später müssen die zuerst entstandenen, peripherischen, Cysten der schwimmenden Ovarien schwinden, denn die weiter in ihrer Entwicklung fortgeschrittenen Eier sind entweder einzeln von einer weit abstehenden, kugeligen Hülle umgeben, oder in Gruppen zusammengedrängt, wobei die ursprünglich runden Hüllen durch Druck sich gegenseitig abplatten und dadurch wie Bienenwaben oder ein riesiges Pflasterepithel erscheinen. Die Kapseln der Eier sind hier einfach an einander gedrängt und nicht etwa durch Kapseln einer höheren Ordnung in Gruppen geschieden. (Man sehe die Abbildung bei Keferstein und Ehlers Taf. VIII. Fig. 3).

Die Form der fertigen Eier (Fig. 57) ist kugelrund, ebenso die des hellglänzenden Keimbläschens und des Keimfleckes. Der Dotter erscheint sehr feinkörnig und nur lichtgrau. Genaue Messungen über die einzelnen Theile des ausgewachsenen Eies haben die eben genannten Forscher angestellt. Dieselben erkannten auch ganz richtig den Bau der Schalenhaut. Letztere ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass sie über die ganze Oberfläche siebförmig angeordnete, runde Porenkanäle besitzt (Fig. 58). Dieselben sind durchaus regelmässig gestellt, so dass sie gleichsam drei Systeme paralleler Linien bilden, ein queres und zwei schräge, welche sich schneiden, so dass stumpfe Winkel von 120 und spitze von 60° entstehen. Dass wir es mit wirklichen Poren, und nicht etwa mit dunkeln Flecken, zu thun haben, hiervon kann man sich an ausgebreiteten Fragmenten der Schalenhaut sowohl, als auch an intacten Eiern überzeugen. Stellt man nämlich das Mikroskop oberflächlich ein, so gewahrt man dunkele, glänzende Punkte; beim Senken des Tubus werden sie allmählich ganz hell und bleiben es, bis sie ganz aus dem Gesichte entschwinden. Die Porenkanäle gehen ganz durch und durch, wovon man sich überzeugt, wenn man die Schalenhaut im optischen Durchschnitt sowohl, als auch von der inneren Fläche aus betrachtet. Der Eingang in die Kanäle ist leicht trichterförmig, da die Zwischenräume zwischen denselben abgerundet erhaben sind. Nach dem soeben über die Schalenhaut Gesagten, kann ich der früheren Annahme Krohn's[1]) über die Beschaffenheit derselben nicht beistimmen. Er sagt nämlich, sie hätte die grösste Aehnlichkeit mit der polyedrischen Cornea des Insectenauges, indem ihre Oberfläche lauter regelmässige, sechseckige Felder zeige; höchst wahrscheinlich bestehe sie demnach aus einer dichten Aneinanderlagerung und Verwachsung sechsseitiger prismatischer Zellen. Wenn er frische Eier mit süssem Wasser in Berührung brachte, so quoll die Schalenhaut bald ungemein stark auf und er glaubte dann in ihr die nun durch Imbibition verlängerten und erweiterten Zellen in viel schärferen Contouren zu unterscheiden. Weiter unten (p. 374) führt jedoch Krohn eine interessante Beobachtung auf, welche, wie

1) l. c. Müll. Arch. 1851. p. 370.

mir scheint, nur mit dem porösen Bau der Schalenhaut vereinbar ist. Er hat nämlich den Nachweis geliefert, dass die frei im Meere schwimmenden Eier des Sipunculus während der letzten Stadien der Dotterfurchung auf der Aussenfläche der Schalenhaut einen Besatz von ziemlich langen Cilien erhalten. War ich auch leider nicht so glücklich, solche frei schwimmende Eier zu fischen, mithin selbst untersuchen zu können, so bin ich doch der Ansicht, dass die Cilien nicht aus der derben Schalenhaut selbst entstehen, sondern gewiss der Dottersubstanz angehören und durch die Poren hervortreten. Zu dieser Annahme dürften mich besonders folgende Beobachtungen an einzelnen abortirten Eiern berechtigen. Die Oberfläche derselben (Fig. 59) war mit verschieden gestalteten, gestielten, rundlichen oder strahlig in die Länge gezogenen Protoplasmagebilden besetzt. Bisweilen wurden Contractilitätsäusserungen an ihnen wahrgenommen. Die birnförmigen Fortsätze wurden gelegentlich kolbenförmig, rundeten sich zur Kugel und lösten sich ab (Fig. 60). Ganz offenbar hatte ich es hier mit einem Hervorquellen von Dottersubstanz aus dem Innern des Eies durch die Poren der Schalenhaut zu thun. Dieses Hervorquellen, wenn es auch ein postmortales ist, dürfte wenigstens einen Fingerzeig für das Zustandekommen der Krohn'schen Flimmercilien geben [1]).

Bei Einwirkung von Essigsäure auf die Eier schien die Schalenhaut aufzuquellen und Fortsätze auf derselben aufzutreten, welche sich durch ihr starres, straffes Ansehen von den soeben beschriebenen unterschieden. — Fig. 61 ist einem abortirten mit Carminammoniak behandelten Ei entnommen, dessen Schalenhaut allerwärts, ringsherum starre, stachelige, spindelförmige Fortsätze zeigte. Da der Inhalt des Eies stark mit Carmin tingirt, die Umhüllung, so wie die Stacheln, hingegen farblos waren; so wäre es nicht unmöglich, dass die betreffenden Stacheln mit den oben beschriebenen Protoplasmaausschwitzungen des Dotters nicht identisch sind, dass sie vielmehr Ausstrahlungen der äusseren Umhüllung des Eies sein könnten. Auf diese Deutungen wurde ich durch Prof. Claparède gebracht, welcher gesprächsweise die Frage aufwarf, ob die Poren der Schalenhaut beim Sipunculus nicht etwa dadurch entständen, dass von der äussern Umhüllung gegen den noch nackten Dotter hin stachelige Fortsätze ausstrahlten, zwischen denen sich erst die Substanz der Schalenhaut ablagert? An dem Object der Fig. 61 konnte ich freilich die fraglichen Fortsätze nicht bis zur Umhüllung des Eies verfolgen; sie schienen vielmehr frei und pinselförmig vor derselben zu endigen; doch dürfte das auf Fig. 62 abgebildete Präparat von *Phascolosoma* schon mehr für die in Rede stehende Muthmassung sprechen. Die betreffende Gruppe von Eiern kam ohne jegliche Reagentien zur Beobachtung; die Schalenhaut hatte sich noch nirgends gebildet, während die Innenfläche der Umhüllung mit stacheligen Fortsätzen besäet war [2]).

---

1) Ueber Flimmercilien auf der Schalenhaut gewisser Würmer vergleiche man unter andern: A. Pagenstecher: Unters. über nied. Seethiere aus Cette, Zeitschr. f. w. Zool. XII. (1863), p. 282.

2) Bei dieser Gelegenheit wollen wir die Eier von *Phascolosoma laeve* und *granulatum* (Fig. 63) vergleichsweise etwas näher betrachten, zumal sie bisher noch nicht genauer beschrieben und abgebildet zu sein scheinen

Schliesslich erübrigt es noch, einige Angaben über die Sexualität des *Sipunculus nudus* folgen zu lassen. Seit Keferstein und Ehlers ihren Ausspruch über den Hermaphroditismus zurückgenommen haben, ist die frühere Ansicht über den Gonochorismus wieder in Aufnahme gekommen. Und in der That muss ich Krohn auf Grund von Untersuchungen an zahlreichen Exemplaren beistimmen, dass man bei einem Theil der Individuen ausschliesslich Eier, bei den anderen dagegen blos Bildungszellen des Samens findet; doch sind mir zu Anfang meines Aufenthaltes in Neapel (März) zwei oder drei Individuen zu Gesichte gekommen, in deren Leibesflüssigkeit sowohl Eier, als auch schwimmende Hoden beisammen vorkamen. Es lässt diese Beobachtung zwei Deutungen zu: entweder, und dies ist der wahrscheinliche Fall, haben wir es mit einer Anomalie zu thun, oder aber mit einer Wechselgeschlechtlickeit, Poekilogenie, wie man die Eigenschaft nennen könnte, zu gewissen Jahreszeiten oder Lebensperioden männliche und zu andern weibliche Geschlechtsproducte hervorzubringen. Quatrefages[1]) wies schon vor langer Zeit auf die Möglichkeit einer solchen Eigenschaft für Echiurus hin. Es wäre unter diesen Umständen jedenfalls zu empfehlen, den Sipunculus von neuem einer speciellen Prüfung in Bezug auf seine Sexualität zu unterwerfen, und zwar zu verschiedenen Jahreszeiten.

Nicht uninteressant dürfte die Thatsache sein, dass, im Gegensatz zu den von Claparède in St. Vaast untersuchten Phascolosomen, beim *Sipunculus nudus* so wie meinen beiden Phascolosomen, die Individuen mit schwimmenden Hoden durchaus keine grosse Seltenheit ausmachen, dass sie vielmehr ungefähr ebenso häufig, wie die mit Eiern sind. Claparède fand nämlich unter Hunderten von untersuchten Phascolosomen nur 5 Männchen.

Sie weichen von denen des *Sipunculus nudus* bedeutend ab. So ist ihre Form nicht etwa kugelig, sondern eiförmig. Es lassen sich an ihnen ein zugespitzter und ein abgestutzter Pol unterscheiden. Die grössten unter ihnen sind etwas über 0,1 mm. lang, 0,075 mm. breit, besitzen ein Keimbläschen von 0,036 mm. und einen Keimfleck von 0,006 mm. Der Dotter ist feinkörnig und hellgelb gefärbt. Die Umhüllung des Eies liegt, im Gegensatz zu Sipunculus, der Schalenhaut dicht an, wesshalb sie von Krohn (l. c. 1851. p. 871) übersehen wurde. Sie stellt eine farblose, äusserst dünne Membran dar, welche sich jedoch an beiden Polen stark verdickt; daselbst eine sehr deutliche radiäre Strichelung zeigt und sich bisweilen von der Schalenhaut abhebt. Die Verdickungen sind ungefähr 0,006 mm. stark; die eine von ihnen hat eine geringere Ausdehnung in die Breite und erscheint als Kugelsegment, während die andere einen mehr diffusen Beleg darstellt. Beide sind späteren Ursprunges und an jüngeren Eiern nicht vorhanden. Die Schalenhaut selbst ist rosenroth, wesshalb die ausgebildeten Eier im Allgemeinen die nämliche Farbe haben. Sie besteht aus zwei, von einander durch einen schmalen, farblosen Spaltraum geschiedenen Schichten. Die äussere, etwas dickere, misst ungefähr 0,0035, die innere hingegen 0,003 mm. Beide zeigen eine deutliche radiäre Strichelung, welche sich auch durch den Spaltraum fortsetzt. Ich halte dieselbe für den Ausdruck von stacheligen Fortsätzen, die der äussern Umhüllung des Eies aufsitzen und in die Porencanäle der Schalenhaut eindringen. Was die Porencanäle anbetrifft, so sind sie viel kleiner, als beim Sipunculus und scheinen nicht so regelmässig angeordnet zu sein. *En face* sind sie daher schwerer zu sehen.

1) Mém. s. l'Echiure de Gaertner (Echiurus Gaertnerii). Ann. d. sc. nat. (3.) VII. 1847. p. 331.

Allgemeine Ergebnisse.

1. Die Leibesflüssigkeit des Sipunculus bietet manche histologische Anklänge an das Blut der Wirbelthiere, indem es rothe und farblose Blutkörperchen mit denselben wesentlichen Characteren enthält.

2. Es kommen in ihr, ausser den Blutkörperchen, noch bindegewebige Blasen, männliche und weibliche Geschlechtsproducte, so wie als «Töpfchen» zu bezeichnende Wesen vor.

3. Diese Töpfchen dürften eher Organe, als Parasiten sein. Sie besitzen einen Saum von Flimmercilien, welche häufig Köpfchen tragen und als *Ciliae vibratoriae capitatae* bezeichnet werden können.

4. Dem Sipunculus kommt ein gefässartiger Apparat zu, der speciell für die Erection der Tentakeln bestimmt ist. Er besteht aus zwei Schläuchen und einem circulären, sich in die Tentakeln fortsetzenden Sinus um den Schlund. Sein Inhalt ist der Leibesflüssigkeit vollkommen gleich.

5. Die beiden auf der Bauchfläche des Thieres nach aussen mündenden «braunen Schläuche» besitzen keine innere, in die Leibeshöhle führende Oeffnung und können daher bei unserer Species keine Ableitungsorgane für die Geschlechtsproducte sein; sie sind vielmehr als Excretionsdrüsen zu betrachten. Das sie auskleidende Epithel ist, ähnlich den Töpfchen, mit *Ciliae capitatae* besetzt.

6. Die männlichen Geschlechtsorgane, die sogenannten schwimmenden Hoden, entstehen durch Vermehrung ursprünglich einzeln in der Leibesflüssigkeit schwimmender, kugeliger Zellen. Jede Zelle derselben scheint sich zu einem Spermatozoon umzuwandeln. Die Spermatozoen sind denen der Wirbelthiere ähnlich und so contractil, dass die Schwänzchen durch mechanischen Reiz ganz eingezogen werden können.

7. Die weiblichen Geschlechtsorgane sind schwimmende Ovarien und entstehen durch Vermehrung ursprünglich einzeln in der Leibesflüssigkeit suspendirter Eizellen, um welche sich Hüllen bilden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel. I.

Histologische Bestandtheile der Leibesflüssigkeit.

1. Farbige Blutkörperchen von der Fläche gesehen; *e* und *f* offenbar in Theilung begriffen.
2. Desgleichen im Profil und Halbprofil.
3. Verschiedenartige Gestaltveränderungen der farbigen Blutkörperchen.
4. Frequente Bewegungserscheinungen an einem Blutkörperchen und Zerreissen desselben. (Vergl. den Text).
5. Farbige Blutkörperchen nach Zusatz von viel Essigsäure.
6. Ein farbiges Blutkörperchen mit zwei Kernen, nach Zusatz von Essigsäure. Durchmesser 0,021 mm.
7. Ein farbiges Blutkörperchen von *Phascolosoma granulatum* in Theilung begriffen.
8. Auf's Trockene gerathene und mit einander verklebte farbige Blutkörperchen, um einen fremden Körper gruppirt.
9. Farblose Blutkörperchen und ihre Gestaltveränderungen. *f.* Uebergangsformen zu den farbigen.
10. Blutkörperchen von 0,0066 mm. mit hell glänzenden, lebhaft «tanzenden» Körnchen.
11. Töpfchen. *A.* mit *Ciliae capitatae* besetzt; *B.* mit einfachen Cilien und in der Mitte etwas eingedrückten Boden.
12. *A* und *B.* Anomale Töpfchen mit schlaffer, eingeknüllter Kuppel, von je 0,054 mm. Höhe.
13. *A.* und *B.* Verbindung des Halses der Töpfchen mit dem Boden; halbschematisch dargestellt.
14. Ein Töpfchen, an dem die Cilien zur Ruhe kamen und sich ablösen. Präparat ohne Seewasser, doch bei stundenlanger Beobachtung eingedickt.
15. Ein Töpfchen vom Boden aus betrachtet; die stecknadelförmigen Cilien sind starr und regungslos.
16. Ein Schüsselchen den Boden nach oben kehrend, bei tiefer Einstellung, wesshalb die Faltungen *K* — der Kuppel zu sehen sind. *a* — Rand, *b* — Mitte des Bodens. An dem Boden hafteten Blutkörperchen und Detritus, die nur zum Theil gezeichnet wurden. Länge — 0,18, Breite — 0,135 mm.
17. Ein Schüsselchen von 0,128 im grössten Durchmesser. Der Rand des Bodens erscheint umgeschlagen und in seiner ganzen Breite mit Cilien besetzt, welche nur an einer einzigen Stelle Köpfchen tragen.
18. Drilllingstöpfchen. Höhe 0,060, Breite 0,087 mm.
19. Zwillingstöpfchen. Querdurchmesser des grösseren Töpfchens 0,0572, des kleineren 0,0495 mm.

20. Ein Töpfchen ohne Cilien, seinen abgerundet-viereckigen Boden nach oben kehrend. Der Rand des Bodens zeigt deutliche radiäre Fältchen.
21. Desgleichen mit abgerundet-dreieckigen Boden.
22. Ein abortirtes Töpfchen mit sich ablösenden Boden.
23. Ein Töpfchen während seiner Umwandelung zu einer Blase. Grösster Durchmesser 0,06 mm.
24. *A*. Blase von der Oberfläche einer vor 24 Stunden mit Seewasser vermischten Portion Blut. Während die Anstalten zum Zeichnen getroffen wurden, verschwand die einseitige Einknüllung, und die Blase nahm eine kugelrunde Gestalt an (*B*.). Eine Pression oder Verschiebung des Präparates war nicht vorgekommen.
25. Eine Blase von derselben Grösse und aus derselben Blutprobe, wie die vorhergehende (Fig. 24).
26. Eine Blase mit grossen, eiförmigen, krümlichen Protoplasmaklumpen. Grösster Durchm. 0,055 mm.
27. Eine Blase mit unregelmässig-höckeriger Oberfläche. Auf dem grösseren Abschnitt fanden sich noch mehrere, hier nicht angedeutete, Protoplasmaklumpen. Längsdurchm. 0,099, Querdurchm. 0,066 mm.
28. Einfachste, reguläre Form der Blasen. *A* von der Fläche, *B* von der Seite. Durchm. 0,024 mm.
29. Eine zweitheilige, reguläre Blase von 0,057 Länge und 0,03 mm. Breite.
30. Eine dreitheilige Blase von 0,051 mm.
31. Eine viertheilige Blase von 0,066 mm.
32. Eine mehrtheilige Blase von der Seite gesehen.
33. Eine achtheilige Blase von 0,072 mm.
34. Eine vieltheilige Blase. Länge 0,21, Breite 0,18 mm.; Durchmesser der Protoplasmaklümpchen 0,006 mm.
35. Desgleichen mit sehr wenig scharf geschiedenen Gebieten der einzelnen Protoplasmaklümpchen. Durchmesser 0,5 mm.
36. Unregelmässige Blase oder Complex von Blasen. Länge (ohne den anhängenden Zellendetritus) 0,24 mm.

Tafel. II.

37 — 41. Injectionspräparate des Tentacular-Gefässsystems in natürlicher Grösse.

i — Vorderdarm.
mm — obere Retractoren des Rüssels.
m′m′ — untere Retractoren des Rüssels.
n — Supraoesophageal-Ganglion.
c — Nerven-Schlundring.
g — Bauchstrang des Nervensystems.
t — Tentakelkrone.
s — Sinus um den Schlund.
f — ventraler Schlitz des Sinus.
v — oberer contractiler Schlauch.
v′ — unterer contractiler Schlauch.

37. Dorsalansicht des gesammten Tentacular-Gefässsystems. Die Tentakelkrone ist auseinander gebreitet; die Insertion der oberen Rüsselretraktoren am scheidenförmigen Sinus ist durch einen punktirten Strich angedeutet.
38. Ventralansicht des Tentacular-Gefässsystems. Die unteren Retractoren des Rüssels sind kurz abge-

schnitten und zur Seite geschoben; ihre Insertion am Sinus ist leicht angedeutet. Der Bauchstrang ist zur Seite umgelegt.

39. Das Tentacular-Gefässsystem von rechts gesehen.
40. Dorsalansicht des vorderen Abschnittes des Tentacular-Gefässsystems, hauptsächlich um die normale Lage der Tentakeln zu veranschaulichen.
41. Eine injicirte Tentakelkrone nebst dem ventralen Schlauche der Länge nach gespalten und auseinander gebreitet.
42. Schematischer Querschnitt der Tentakelkrone auf halber Höhe. *o* — Lage der Mundöffnung.
43. Durchschnitt einer injicirten Tentakelkrone, um die Trabekeln zu zeigen. Schwache Vergrösserung.

44 — 50. Die braunen Schläuche.

44. Beide Schläuche, um ihre Lage zu den Seiten des Bauchstranges (*g*) zu zeigen. *M.* Längsmuskulatur des Hautmuskelschlauches. Der linke Schlauch befindet sich im contrahirten Zustande und in normaler Lage; der rechte ist injicirt und zur Seite gebogen.
45. Forcirte Injection eines Schlauches mit Gelatine. *dc* — Ausführungsgang, *vm* — Visceralmuskel des Schlauches. Natürliche Grösse.
46. Hintere Spitze eines Schlauches, um die Einschnürungen und Aussackungen, so wie die Lage der Längs- und Ringsmuskelfasern (*ml*, *mc*) zu zeigen.
47. Das Muskelstratum der Schläuche, von der Fläche gesehen. Das Präparat wurde einem durch Gelatine-Injection stark ausgedehnten Schlauche entnommen.
48. Das Epithel der Schläuche in Seewasser zerzupft. *a*, *b*. ein fast fortwährend in krümmenden Bewegungen begriffenes Gebilde in zwei Stellungen; *c*, *d*, *e*, *f*, *g* — gleichfalls Gebilde mit automatischen Bewegungen; *h*. kugelige Zelle von der Beschaffenheit des Epithels. *i*. ähnliche kugelige Zellen mit köpfchentragenden und glattten Cilien. *k*. helles, farbloses und glänzendes Element von 0,0099 mm; *l*. dunkelgelbes Element von 0,011 mm. mit einem Kern von 0,0044 mm.
49. Das Epithel der braunen Schläuche; frisches Präparat in Seewasser. Breite der Zellen 0,011 mm.
50. Querschnitt eines in Chromsäure erhärteten Schlauches; hauptsächlich um die Anordnung der Muskelfasern zu zeigen. *mc* — circuläre, *ml* — longitudinale Bündel.

51 — 63. Geschlechtsproducte.

51. Entwicklungsstufen der schwimmenden Hoden.
52. Ein schwimmender Hoden von *Phascolosoma granulatum*. Die rundliche, dunkle Stelle ist eine Excavation, welche von der äussern Capsel überbrückt wird. Rechts und oben eine diffusse Verdickung der Capsel. Durchmesser 0,022 mm.
53. Reife Spermatozoen. *a* im ausgedehnten Zustande; *b* mit durch mechanische Reizung contrahirten Schwänzchen.
54. Spermatozoen aus der Leibeshöhle von *Phascolosoma elongatum* Kef. Copie nach Claparède. l. c. Taf. XII. Fig. 21.
55. Zwei junge Eier; in *A*. umschliesst die Hülle dicht das Ovulum, bei *B* hebt sich dieselbe ab.
56. Zwei schwimmende Ovarien; *A* nur drei, *B* viele Eizellen enthaltend. *B* ist 0,045 mm. lang und 0,036 mm. breit.
57. Ausgebildetes Ei im optischen Durchschnitt.
58. Vertheilung der Poren auf der Schalenhaut.
59. Protoplasmafortsätze mit activen Bewegungserscheinungen, auf der Schalenhaut eines abortirten Eies.

60. Austritt von Protoplasmatropfen aus einem abortirten Eie.
61. Stachelige Fortsätze um ein abgestorbenes Ei.
62. Eiergruppe von *Phascolosoma granulatum*. Auf der Innenfläche der Capseln stachelige Fortsätze.
63. Ein reifes Ei derselben Species. Länge 0,12, Breite 0,075, Kern 0,036, Kernkörperchen 0,006 mm.
64. Ein Töpfchen, gleichfalls von Phascolosoma.



Brandt del.

Jvanson sculp.



MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 9.

RHODODENDREAE
ASIAE ORIENTALIS.

SCRIPSIT

TABULISQUE 4 LAPIDI INCISIS ILLUSTRAVIT

C. J. Maximowicz,
socius Academiae.

Lu le 30 Juin 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 80 Kop. = 27 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Décembre 1870. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Commentationem lectori benevolo nunc oblatam ab initio eo consilio tantum aggressus sum, ut species generis Rhododendri ex Asia orientali hucusque notas omnes rite conferrem et enumerarem, ne in describendis novis non paucis in errores incidam. Hucusque enim talis enumeratio nobis deerat, excepto fragmento optimo clarissimi Planchon (in Illustr. horticole, 1854) de Azaleis Indicae affinibus, ubi tamen auctor, varietatibus hortensibus praesertim nisus, evidenter species nimis numerosas admisit.

Quum vero in singulas Rhododendri species accuratius inquirerem, mox magnae crescendi in modo diversitati incidebam, ita ut, ad illas diversitates melius perpendendas, disquisitiones meas etiam in cetera Rhododendrearum genera extendere coactus essem. Quaerebatur tamen, quae sint haec genera. Candolleus nempe, ne antiquiores laudam auctores, Rhodorearum titulo omnes Ericaceas salutavit corolla decidua et capsula septicida instructas, Klotzschius vero, recentissimus Bicornium classis monographus (cf. Linnaea, XXIV. p. 9 sq.) Rhodoreas istas in familias duas divisit: Menziesiaceas et Rhodoraceas, prioribus gemmas floriferas nudas foliiferas squamatas antherarumque loculos paullo disjunctos assignans, posterioribus vero gemmas floriferas et foliiferas squamatas, loculos antherarum conjunctos atque pollen filis viscidis cohaerens adscribens. Menziesiaceis adnumeravit genera Bryanthum, Phyllodocen, Daboeciam, Menziesiam, Loiseleuriam, Cladothamnum, Kalmiam, Leiophyllum et genus Guianense quoddam indescriptum, Rhodoreis Osmothamnum, Azaleam, Rhodoram, Rhododendron, Ledum et Bejariam. Quibus omnibus perscrutatis, excepto tamen Cladothamno in Asia orientali non obvio, equidem Klotzschii sententiam impugnare commotus sum. Notae enim e vegetatione petitae nec omnino ita sese habent uti vult cl. auctor, neque apte ad omnes species ejusdem generis conveniunt.

Ita Menziesiae jam genus ipsum gemmas floriferas, simillimi Rhododendri in modum, etiam squamatas simillimasque offert. Non magis Phyllodoce, Loiseleuria, Leiophyllum, Kalmia gemmas floriferas nudas habent, modo ut hic flos quilibet ex axilla folii ortus et squamis duabus coriaceis oppositis involutus sit. Manent igitur tantum Bryanthus et Da-

boecia, quibus re vera gemmas floriferas nudas tribuere possum, vel, ut aptius dicam, flores ex apice ramorum foliatorum hornotinorum enatos.

Inter Rhodoreas Klotzschii Bejariae inflorescentia minus mihi cognita est, inter Rhododendra vero (quibus omnia genera Klotzschii subjungo praeter Ledum et Bejariam) unam speciem (Rh. Chamaecistum) inveni gemmis Phyllodoces praeditam, duas vero vegetatione Bryanthi instructas.

Si denique alia genera v. gr. Siphonandracearum Klotzschii respicimus, etiam hic principium istum non semper constans inveniemus, quum v. c. Leucothoës et Andromedae species adsint, contra auctorem, ex apice ramorum hornotinorum florentes (v. gr. Androm. ovalifolia), aliae Andromedae vero (v. gr. A. cernua) gemmas floriferas re vera squamatas habeant, vel Vaccinia nonnulla mox gemmis floriferis squamatis praedita (v. c. V. chinense, Smallii, macrocarpum), mox sic dictis nudis instructa (V. bracteatum, V. Wrightii etc. etc.).

Gemmarum rationem igitur, ita ut a Klotzschio proposita est, ad dilimitandas tribus minus aptam esse apertum manifestumque habeo. Hanc vel aliam ob causam etiam factum est, plerosque autores recentiores a systemate Klotzschiano assensum retinere. Nihilominus minime affirmare volo, characterem e gemmarum natura petitum non esse maximi momenti, attamen ea dilimitatione, ut foliorum inter squamas et flores praesentia vel absentia multo levior sit nota, quam squamarum ipsarum dispositio vel innovationum erga gemmam floriferam ratio.

Quod attinet ad loculorum antherae structuram, clarum videtur, hoc signum, in Rhodoreis saltem, non magni aestimandum esse, nam Menziesia v. gr., arctissimae affinitatis vinculo Rhododendro conjuncta, antheris diversissimis gaudet, iisque in variis speciebus variantibus. An pollen re vera in omnibus Rhodoreis filis viscidis cohaereat, nondum probatum videtur, certeque non facit momentum, quum v. gr. in Orchidearum generibus satis affinibus mox liberum mox conglutinatum inveniatur.

Quae quum ita sese habeant, tribum Candolleanam non divellendam existimo, genera vero ita dispono.

Rhododendreae
(Rhodoreae Don. DC.).

Nomen tribus mutandum fuit, quia Rhodora mihi tantum species anomala vastissimi generis Rhododendri videtur.

Phyllodoceae. Seminum testa firma, nucleo arcte adhaerens vel saltem exappendiculata. Semina ovoidea, rarissime linearia, nunquam scobiformia. Antherae rima vel rima abbreviata (poro spurio) dehiscentes, sutura loculorum distincta. Flores regulares in axilla foliorum summorum ramorum vetustorum siti, basi squamis 2 (bracteolis) oppositis coriaceis fulti, rarius ramos foliatos novellos terminantes.

Racemi elongati ramum foliatum terminantes.

Daboecia. Corolla ovoidea dentata.

Bryanthus. Corolla rotata partita.

Racemi contracti. Pedunculi basi bisquamati.

Semina ovoidea. Antherae biporosae.

Phyllodoce. Cor. ovata v. campanulata fissa.

Rhodothamnus[1]). Cor. rotata partita.

Semina ovoidea. Antherae birimosae.

Loiseleuria. Corolla campanulata gamopetala. Capsula 2—3 locularis.

Leiophyllum. Corolla 5-petala. Capsula 3-locularis.

? *Diplarche.* Stamina 10, e quibus 5 altius inserta. Corolla gamopetala[2]).

Semina linearia.

Kalmia.

Eurhododendreae. Semina scobiformia testa laxa in appendiculas producta. Antherae poro rimaeformi vel vero orbiculato marginato apertae, et tunc sutura loculorum obliterata. Gemmae floriferae squamis imbricatis plus minus numerosis tectae, rarissime inflorescentia foliifera.

Corolla pentapetala.

Ledum. Capsula a basi dehiscens. Fl. 5-meri.

Bejaria. Fl. 7-meri. Capsula ab apice dehiscens.

Corolla gamopetala.

Tsusiophyllum. Capsula 3-locularis. Antherae longitud. apertae.

Menziesia. Capsula cum flore isomera. Antherae poro rimaeformi apertae.

Rhododendron. Antherae poro vero dehiscentes.

De duobus generibus capsula septicida, corolla delabente instructis, adhuc dubiis, nunc silentium teneo, de *Cladothamno* nempe, vulgo Pyrolaceis, a Klotzschio Menziesiaceis adscripto, et de *Tripetaleia*, a Siebold et Zuccarini ad Olacaceas rejecto, a Hookero et Benthamio cum dubio ad Ericaceas emendato.

De ulterioribus, quantum species Asiae orientalis attinet, videatur infra.

---

1) Species 1: Rhodoth. Chamaecistus Rchb.

2) Specimen parvulum a me examinatum accuratiorem quoad squamarum naturam investigationem non admisit, sed pedunculi mihi basi bisquamati visi sunt.

Rhododendreae Asiae orientalis.

PHYLLODOCEAE.

Flores ex axillis foliorum summorum ramorum vetustorum solitarii, quolibet flore ipsa basi squamis (bracteolis nempe) coriaceis binis oppositis persistentibus, respectu folii fulcientis lateralibus instructo, in brevissimum racemum v. corymbum foliatos dispositi rarissime apice rami hornotini foliati racemosi foliaceo-bracteati et -bracteolati. Flores regulares. Antherae rimis saepe abbreviatis (poro spurio) dehiscentes, sutura distincta. Semina ovoidea, rarius linearia (*Kalmia*), nunquam scobiformia, testa firma, nucleo arcte adhaerente vel saltem (in *Kalmia*) extra nucleum non corrugata. Frutices humillimi caespitosi, rarius majores (*Kalmia*), foliis persistentibus.

Bryanthus Stell.

Stell. mscr. c. char. brevi, in Pall. Flor. Ross. II. p. 57. t. 74. fig. 1. (optime). — Gmelin. Fl. Sibir. IV. p. 132. t. LVII. fig. 3 (mala) c. charact. fusiore. — D. Don. in Edinb. phil. journ. n. 17. p. 160. — G. Don. Gen. syst. III. p. 833. p. p. — DC. Prodr. VII. 2. p. 712.

Calyx profunde 4-partitus. Corolla regularis, ad basin 4-partita, horizontaliter patens, decidua. Stamina 8. Filamenta filiformia glabra. Antherae toto dorso adnatae, muticae breves, loculis apice breviter disjunctis, apice poro amplo laterali obliquo deorsum acuto dehiscentibus, connectivo apice subprominente. Stylus cylindricus rectus brevis, cum ovario articulatus, apice truncatus. Stigma 4-lobum. Ovarium subglobosum, apice breviter attenuatum leviter 4-sulcatum. Capsula calyce persistente stipata, depresso-globosa, 4-loba, coriacea, septicide 4-locularis. Placentae columnae crassae centrali adnatae, cristaeformes. Semina (ex Don.) numerosa, ovoidea, lucida, raphe carinata donata. — Species unica sistit fruticulum ericoideum ramosissimum procumbentem. Folia sparsa, linearia, rigide coriacea, utrinque lucida, margine remote mucronulato-denticulata, costa subtus profunde impressa. Inflorescentia racemosa ex apice ramorum hornotinorum foliatorum, ipsa basi squamis linearibus rigidis minutis fultorum. Pedunculus elongatus, foliis remotis 3—4 glanduloso-ciliatis instructus ipseque breve glandulosus, 2—10-florus, floribus apice pedunculi approximatis. Pedicelli flores aequantes, internodia superantes, brevissime adpresso-canescentes, basi bractea foliacea glanduloso-ciliata breviore fulti. Flores rosei, parvi.

B. Gmelini Don. ll. cc. — DC. l. c. c. syn. — Led. Fl. Ross. II. 2. p. 915. c. syn. — *Menziesia Bryanthus* Swartz in Trans. Linn. soc. X. p. 378. t. 30. B.

Hab. verbis d. Pallasii adduco: «plantulam hanc elegantem, quam Bryanthi nomine ipse Stellerus genere distinxit, primo circa *Ochotensem* portum, in muscosis humilibusque, dein in *Camtschatca* et denique in insula *Beringii* observavit, tanquam unicum calvarum

rupium decus, quas in hac insula integris caespitibus fere sola cum Empetro et Musco tegit.» Ipse vidi specc. Kamtschatica a Dre. Peters et hortul. Kegel collecta, nec non Stellerianum ex eodem loco, iconis Pallasianae citatae archetypum.

Planta post Patres tantum a Swartzio ad specc. frf., et a Donio ad spec. florens investigata, a Ledebourio fructifera visa in herb. Berolinensi, sed hucusque vix nota. In descriptionibus enim auctorum ex authopsia institutis mirabilis discrepantia. Steller, quem ad verbum transscribit Gmelin neque nominavit[1]) florem in 4, 5, 6 lacinias ultra medium sectum, fructum 5-locularem esse affirmat. Ita Gmelin, qui addit, numerum laciniarum corollae et staminum variare, capsulam vero constanter 5-meram esse, et stamina, de quibus silet Steller, 4—6. Eodem fere modo Pallas, cujus ipsissima icon stamina 8 offert, sed «calycem et corollam plerumque profunde 4-fidam», fructum «in speciminibus siccis vix non ubique 4-valvem» invenisse affirmat. Swartz spec. frf. bene descripsit atque adumbravit 4-merum, sed in icone capsulam nimis elongatam et cilia foliorum nimis fortia, serraturis similia delineavit. G. Don, qui spec. florens investigavisse videtur, nisi D. Donium presso pede sequitur, cujus descriptionem comparare non licuit mihi, iterum florem omnibus partibus 5-merum habet, calycem 5-phyllum (!), sed corollam recte profunde partitam patentem, staminaque duplo laciniarum corollae numero esse dicit, filamenta applanata describit (sine dubio pressione supra ovarium). De Candolle, qui specimen non examinavit, itaque Donium sequitur, nihilominus habet corollam ultra medium 5-fidam. Ledebour stamina ex Pallasio tot quot laciniae corollinae enumerat, sed ex authopsia spec. frferi «calycem et fructum 4-merum» vidit. Ex omnibus hic adductis verosimile fit, Stellerum, qui plantulam vivam maximo numero ante oculos habuerat, re vera variationes relatas observasse, sed quum rarissime tamen occurrere debeant, specimina fere omnia 4-mera collegisse, quae postea ab auctoribus antiquioribus partim ad fidem primi observatoris haud exacte descripta fuerunt. Equidem saltem specc. 10 examinavi et ne unum quidem florem pentamerum invenire potui.

E charactere emendato generis *Bryanthi* clare fit, *Phyllodocen* bonum atque diversum genus esse, non solum charactere florum, sed etiam crescendi modo insigne. Species igitur *Phyllodoces*, quas nuper cum *Bryantho* conjunxit A. Gray (bot. contrib. extr. from Proceed. Amer. acad. of sc. and arts, 1867. VII. p. 367), quia inter utrumque genus intermediam, *Ph. Breweri!* nempe, invenerat, corolla campanulata ultra medium 5-fida instructam, ex habitu vero veram *Phyllodocen*, iterum ad hoc genus transferendae sunt.

PHYLLODOCE SALISB.

Salisb. Parad. Londin. t. 56. — DC. Prodr. l. c. — *Menziesia*, sect. *Phyllodoce* Endl. Gen. pl. p. 755. — *Bryanthi sp.* A. Gray. Bot. Contrib. l. c.

Calyx 5-partitus laciniis acuminatis. Corolla ovoideourceolata 5-dentata, rarius campanulata 5-loba, decidua. Stamina 10 inclusa. Filamenta filiformia glabra. Antherae oblon-

1) «Plagia numerosa Gmelini» Pallas l. c., qui recte Stellerum generis auctorem vindicavit.

gae, dorso affixae, loculis apice breviter disjunctis poroque laterali obliquo basin versus acuto dehiscentibus. Stigma peltatum 5-lobum. Stylus cylindricus rectus gracilis, cum ovario articulatus. Capsula calyci reflexo persistenti insidens, ovalis, sublignosa, 5-locularis, septicida, valvis apice bifidis. Semina numerosa, ovoidea, longitudinaliter striolata, raphe carinata donata, lucida. — Fruticuli humiles ericoidei. Folia sparsa, linearia, obtusa, serrulata, margine revoluta, rigide coriacea. Flores in apice ramulorum anni praecedentis, axillares, e quavis axilla solitarii folioque stipati, e squamis duabus coriaceis respectu folii lateralibus oppositis prodeuntes, in racemum brevissimum fasciculiformem foliatum dispositi.

1. Ph. taxifolia Salisb. l. c. — DC. l. c. p. 713. c. syn. — Ledeb. Fl. Ross. II. 2. p. 916. c. syn. — Turcz. Fl. Baic. dah. II. 2. p. 204. — Rgl. Fl. Ajan. p. 110. n. 191. — F. Schmidt. Fl. Amg. bur. n. 263. in Mém. Acad. Pétersb. VII. sér. XII. № 2. p. 54. — Floribus 3—6 purpureis; calyce corolla ovoidea urceolata plus quam duplo breviore; filamentis glabris.

Hab. in alpibus *Davuriae* (Turcz.), *Sibiria Baicalensi:* alpe Chamar-Daban (Turcz.!, Sczukin! flor. Junio) et *Orientali:* inter Aldan fl. et Ochotzk (Orlow! fl.), prope Ochotzk (Redowsky!), circa Ajan, «in pinetis et ericetis», Junio flor. (Tiling!); *Kamtschatka* (Stewart!, Rieder!); *Mandshuria* boreali: in summis montibus Bureicis (F. Schmidt, Julio fl.); nec non in *Japoniae* alpibus summis, unde e Senano spec. l. nond. fl. aliis plantis admixtum coll. Tschonoski! — Ocurrit praeterea in *Sibiria altaica* versus fl. Jenisei (Pall.), secus mare Glaciale in *Lapponia* Rossica! et Suecica!, *Norwegia!*, *Scotia*, *Pyrenaeis!*, et in *America* boreali *arctica*, variis locis!, usque in *m. Albos!* reipublicae New-Hampshire.

2. Ph. Pallasiana Don. in Edinb. new phil. journ. XVII. p. 160. — DC. l. c. — Led. l. c. p. 917. c. syn. — Floribus 7—15 albis; calyce corollam subglobosam dimidiam superante; filamentis glabris.

Hab. in *Kamtschatka:* in summis saxis apud Ganala, Junio, Julio florens (Stewart!), in monte ad sinum Rukawitschkina sito, flor. (Rieder!), prope Lopatkam, in meridie peninsulae, in montibus siccis rarius, flor. (Rieder!). — Praeterea ex *Unalaschka!*, peninsula *Alaska* (ex A. Gray l. c.) et *Sitka!* allata fuit.

Simillima praecedenti, ita ut in sicco non facile distinguatur, corollae forma tamen nec non pedunculis brevioribus tute dignoscenda.

Loiseleuria Desv.

Desv. Journ. bot. III. p. 35. — DC. l. c. p. 714. — *Azalea sp.* L., Endl.

Calyx 5-partitus laciniis acuminatis. Corolla campanulata 5-fida. Stamina 5 sublibera, recta, corolla breviora. Filamenta crassiuscula subplana. Antherae subglobosae, longitudinaliter dehiscentes. Stylus brevis, rectus, tarde deciduus. Stigma capitatum. Capsula subglobosa, 2—3-locularis, septicida, lignosa, valvis bifidis. Semina numerosa, globoso-ovata, granulata, raphe carinata donata. — Fruticulus humilis, ericoideus. Folia opposita,

breve petiolata, elliptica, integra, margine revoluta, glabra, rigide coriacea. Inflorescentia *Phyllodoces*, sed pedunculi breves.

L. procumbens Desv. l. c. — DC. l. c. c. syn. — Led. l. c. p. 918. c. syn. — Rgl. Fl. Ajan. n. 192. — Trtv. et Mey. Fl. Ochot. p. 63. n. 221. — Maxim. Primit. Fl. Amur. p. 189. — F. Schmidt. Fl. Sachal. in Mém. Acad. Pétersb. l. c. p. 157. n. 293.

Hab. in regione *Transbaicalensi* (Tilesius!), in *Sibiria orientali* pluribus locis, v. gr. circa Ajan, locis aridis et in pinetis, Junio flor. (Tiling!); in *Mandshuria Rossica*, ad ostium fl. Amur (Orlow!); in *Sachalin* boreali, fine Maji florens (F. Schmidt, Glehn); *Kamtschatka!*, frequens; terra *Tschuktschorum*, ad sinum St. Laurentii (Chamisso!). — Crescit praeterea in *Rossia arctica!*, *Norvegia!*, *alpibus Europae* mediae!, *Islandia!*, *America arctica!* usque in *Labradoriam!* et *Terram Novam*, et in montibus *Albis* reipubl. New-Hampshire (ex A. Gray. Man. Fl. North. U. S.).

EURHODODENDREAE.

Flores saepe subirregulares ex apice ramorum anni praeteriti, corymboso-racemosi vel subumbellati, axi communi ad basin squamas imbricatas flores fulcientes proferente brevissima, rarissime etiam folia nonnulla emittente, tunc plus minus elongata (in *Rhododendris* duobus). Bracteolae binae membranaceae fugaces, rarissime (in sect. *Therorhodio* gen. *Rhododendri*) foliaceae, apice, medio, rarissime supra basin pedicelli dispositae. Semina scobiformia, testa plus minus relaxata utrinque in appendiculam corrugatam elongata. — Arbores vel frutices altiores, rarissime humiles caespitosi, foliis persistentibus vel annuis.

MENZIESIA SM.

Smith. Ic. ined. III. № 59. — Salisb. Parad. Lond. № 44. — DC. l. c. p. 713. — *Menziesia*, sect. *Arcimbalda* Endl. Gen. p. 755.

Calyx 4-vel 5-dentatus, -fissus vel -partitus. Corolla urceolata, rarissime infundibuliformi-tubulosa, limbo brevi 4-v. 5-dentato vel lobato, saepius regularis, rarius leviter incurva, limbo sursum spectante, obliquo. Stamina rarissime simplici, plerumque duplici loborum corollae numero, itaque 5, 8 vel 10, libera, inclusa, aequalia, recta, rarissime subinaequalia leviter incurva. Filamenta subulata, elongata, saepius pubescentia. Antherae lineares, basi breviter subsagittatae, apice plus minus attenuato poro obliquo minuto deorsum acuto dehiscentes, in una specie late oblongae poro amplissimo rimaeformi apertae. Ovarium subglobosum, stylo cylindrico recto vel incurvo, stigmate truncato, rarissime parvo capitato. Capsula 4-vel 5-locularis, globosa vel ovalis, septicida, lignosa, calyce persistente fulta. Semina numerosa, scobiformia. — Frutices elatiores, verticillato-ramosi, habitu Azalearum. Gemmae floriferae ex apice ramorum anni praecedentis, foliiferae illis approximatae laterales, utraeque tegmentis membranaceis 3—4-seriatis imbricatis tectae. Folia annua, membranacea, elliptica, obovata vel ovalia, plerumque ciliata, subtus secus nervos paleis subulatis majusculis adpressis adspersa. Flores nutantes, umbellati vel bre-

viter racemosi, pedunculis elongatis, coaetanei, parvuli, plerumque sordidi. — Species notae 6, quarum 4 in *Japonia*, 1 in *Kamtschatka* et *America* borealioccidentali, 1 in *America boreali* frigidiore indigena.

Genus valde affine *Rhododendro*, a quo tantum differt antheris poro rimaeformi neque orbiculari dehiscentibus, et corolla pl. m. urceolata.

Clavis specierum omnium.

1. Antherae lato-oblongae poro amplissimo. Corolla tenera pulchre purpurea. *M. purpurea.*
   Antherae lineares poris minutis. Corolla subcoriacea sordida. Conf. ad 2.
2. Stamina simplici loborum corollae numero .... *M. pentandra.*
   Stamina duplici loborum corollae numero. 3.
3. Corolla tubulosa plus quam $^1/_2$ pollicaris. 4.
   » ovata vel globosa, parva. 5.
4. Flores umbellati. Corolla et genitalia incurva. Folia elliptica .... *M. ciliicalyx.*
   Fl. breve racemosi. Corolla recta. Folia obovata .... *M. multiflora.*
5. Corolla globosa. Folia obovata subtus glauca .... *M. globularis.*
   Corolla ovoidea. Folia elliptica subtus pallida .... *M. ferruginea.*

1. M. ferruginea Sm. l. c. et ex illo color. in Tratt. Arch. t. 271. — DC. l. c. p. 714. — Bong. Veg. Sitcha n. 102. — Hook. Fl. bor. am. II. p. 40. — Led. Fl. Ross. II. 2. p. 917. — *M. urceolaris* Salisb. Parad. Lond. I. t. 44. — Foliis ellipticis ciliato-serrulatis subtus pallidis indistincte costatis; floribus 4-meris; corolla ovoideo-urceolata intus glabra; staminibus 8 styloque rectis inclusis; capsula breviter obovoidea.

Hab. in *Kamtschatka* (Dr. Merk! ex hb. Pallas, fl. defl.). — Praeterea in *Sitka!*, *Unalaschka!* (varii collectores! fl. frf.) et usque ad Columbiae ostium territ. *Oregon* (Douglas!).

Frutex circiter 3-pedalis, fastigiato-verticillato ramosus. Ramuli hornotini et pedunculi glanduloso-pilosi. Gemmae ovatae acutae, subtriseriatim imbricatae, squamis acutis glabris vel breve puberulis et fimbriato-ciliatis. Folia elliptica vel oblongo-elliptica, utrinque acuta, glandula apiculata, glanduloso-ciliato-serrulata, supra parce adpresse strigoso-pilosa, subtus ad nervos parce subulato-paleacea, pallida, costis non prominentibus, 1—2″ : $^1/_2$—1″. Flores umbellati, 3—5, nutantes, 4 v. rariss. 5-meri, pedunculis florem multo superantibus. Calyx patulus glanduloso-fimbriato-ciliatus, obscure dentatus. Corolla urceolato-ovoidea, fuscescens, 8 mill. longa, limbo 4—5 dentato revoluto, dentibus rotundatis. Stamina inclusa 8 (10). Antherae filamento subulato triplo breviores, loculis basi et apice breve disjunctis, poro minuto obliquo apertis. Ovarium ovoideum, glabrum. Stylus ovario triplo staminibusque longior, rectus, cylindricus. Stigma capitato-4-lobum. Capsula in pedunculo erecta, in secundum annum persistens, ovalis vel breve obovoidea, obtusa, 4, rarissime 5-locularis, castanea, 6 mill. longa. Placentae crassae, axi capsula subbreviori adnatae. Semina linearia, appendice nucleum aequante.

M. globularis Salisb. l. c. in adn. — DC. l. c. — Hook. l. c. p. 41. — Chapm. Fl. South. Un. St. p. 265. — *M. ferruginea* β. Sims in Bot. mag. t. 1571. — *M. ferrug. var. globularis* A. Gray Man. Fl. North. Un. St. p. 298. — In *Alleghanicis* montibus per Pennsylvaniam meridionalem ad Virginiam et Carolinam borealem, nec non in *montib. Scopulosis* a 56° (Smoking river, Drummond! fl.) usque ad circiter 50° (Pack river, Dr. Lyall! fl.) proveniens.

Differre videtur a praecedente ramulis pedunculisque fere glabris, foliis vulgo obovatis obtusis (occurrunt tamen etiam elliptica acuta), glandula breviore vix prominula apiculatis; glabratis, parciusque minuteque serrulatociliatis, subtus glaucis, corollis globoso-urceolatis pallide flavescentirubentibus, filamentis basi ciliatis, stylo breviore (plus duplo neque plus triplo ovarium superante), capsulaque, uti videtur, globoso-ovoidea. Verum tamen est, quod sicca, si folia habet elliptica, difficilius a praecedente distinguenda est, sed ita res sese habet cum *Phyllodoces* speciebus supra adductis, in vivo tamen statim distinctis. Praeterea planta haec exsiccata semper viridis, praecedens vero nigrescens est.

2. M. pentandra Maxim. Dec. II pl. nov. Jap. et Mandsh. in Bull. Acad Pétersb. XI. p. 432. — F. Schmidt. Fl. Sachal. l. c. p. 157 n. 294. — *M. ferruginea var. globularis* A. Gray. On the bot. of Japan p. 399. in bot. mem. extr. from Mem. Amer. Acad. of sc. and arts, new ser. VI. — Miq. Prol. Fl. Jap. p. 381. — Foliis ellipticis oblongisve subintegris concoloribus subtus elevato-costatis; floribus pentameris; corolla globoso-urceolata subincurva intus incana; staminibus 5 styloque subgeniculato declinatis fere exsertis; capsula globosa apiculata strigosa.

Hab. in ins. *Sachalin* meridionali, altitudine 1000 ped. (Glehn, frf.); in *Yeso* montibus (Albrecht! fl. frf.), circa fodinas plumbeas Idsi Nowatari, alt. 2—3000 ped. sat frequens in silvis fruticetisque (frf. fine Octobris, ipse); in *Nippon* borealis principatu Nambu (flor.) et mediae alpibus altissimis (fl. leg. Tschonoski!).

Similis *M. ferrugineae* Sm., sed abunde distincta.

Frutex 4-pedalis ramosus, ramis flexuosis di-trichotomis. Ramuli novelli pedunculique tenere longeque glanduloso-pilosi. Gemmae globoso-ovatae acutae, squamis subbiseriatis exterioribus vix brevioribus, dense breviuscule ciliatis, ceterum glabris. Folia novella superne adpresse hispido-pilosa atque ciliata, subtus subconcolora, ad venas paleis subulatis adpressis obsessa, pube persistente vel paginae superioris demum evanida, elliptica vel oblongo-elliptica oblongave utrinque acuta, margine fere integerrima, glandula dilatata apiculata, vetusta subtus utrinque elevato subquadricostata, $1\frac{1}{2}$—4″ : 7‴—$1\frac{1}{2}$″. Flores umbellati, subquaterni, longe, ac in praecedente tamen brevius pedunculati, 5-, rarissime 4-meri, nutantes. Calyx rotundato-5-dentatus, fimbriatociliatus et brevissime puberulus. *Corolla* sordide ex rubente viridescens, oblique globoso-urceolata, ore paullo sursum versa, 5 mill. longa, limbi dentibus rotundatis fauceque intus dense brevissime incano-tomentosis. Stamina 5 subinaequalia subdeclinata, apicibus paullo exserta. Filamenta crassiuscula subulata glabra, antheras oblongo-lineares basi sublatiores ochraceas poro obliquo minuto dehiscen-

tes subduplo superantia. Stylus declinato-geniculatus, ovarium globosum crasse strigosum duplo, stamina vix superans, stigmate truncato. Capsula in pedunculo erecta, globoso-ovata, apiculata, parce strigosa, opaca, cinerea, styli basi persistente coronata, 4 mill. longa. Semina *M. ferrugineae*, sed appendices dimidium nucleum tantum aequantes.

3. M. ciliicalyx. — *Andromeda? ciliicalyx* Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 30. et in Prol. Fl. Jap. p. 94. — Foliis late ellipticis oblongo-obovatove-ellipticis acutis vel acutiusculis basi attenuatis subglabris indistincte costatis; umbellis basi multisquamatis 3—5-floris; floribus pedunculo aequilongis 5-meris; calyce obsolete dentato longe subglanduloso-fimbriato; corolla tubuloso-urceolata incurva limbum obliquum 4-lo superante intus pilosa; staminibus 10 styloque basi leviter incrassato incurvis, filamentis pilosis; capsula depresso-globosa apiculata glanduloso-strigosa.

Hab. in *Nippon* borealis et mediae alpibus (fl. frf., Tschonoski!).

Hanc cum auctore speciei communicatam pro sua authentica agnovit ipse cl. auctor. Conf. Miq. Cat. mus. Lugd. bat. I. p. 63.

Frutex ignotae altitudinis, verticillato-ramosus, ramis gracilibus semper glabris. Gemmae floriferae ellipsoideae acutae, foliiferae acuminato-lanceolatae, utraeque squamis sub-3—4-seriatis imbricatis obtusis mucronatis subglutinosis tectae. Folia ad apices ramorum subindistincte quaternatim aggregata, brevissime petiolata, novella superne parcissime adpresse setulosa mox glabra, subtus pallidiora, ad costam parce adpresse paleacea margineque subintegro parce ciliata, subindistincte utrinque 4—5-costata, $1\frac{1}{2}$—3″ : $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{4}$″. Squamae ad basin umbellae 3—5-florae post anthesin fere peractam adhuc persistentes, numerosae, membranaceae, obovatae vel oblongae, brevissime glanduloso-ciliatae. Pedunculi squamas duplo, flores paullo vel vix superantes, circa $\frac{3}{4}$″, fructiferi ultra pollicem elongati, pilis crassis capitellatis crispe pubescentes. Flores nutantes, 15 mill. q. exc. longi. Calyx brevis, 5-lobus, lobis rotundatis, ut in pedunculo ciliatis. Corolla leviter sursum curvata, ore paullo sursum spectante obliquo, versus faucem paullatim attenuata, sed non vere constricta, extus glabra, intus breviter pilosa, ex sicco sordide albida vel virescens, limbi lobi depresso-rotundati, uti videtur fusco suffusi. Stamina subinaequalia leviter deflexa. Filamenta basi subulato-dilatata, ad medium usque circumcirca dense pubescentia. Antherae triplo breviores, lineares, loculis basi apiceque breviter disjunctis obtusis, apicem versus attenuatis, ad sinus limbi usque protensis, poro minuto obliquo dehiscentes, ochraceae. Ovarium globoso-ovoideum, minutum, dense longeque capitellato-hispidum. Stylus stamina vix superans, basi paullo crassior, leviter arcuato-deflexus, gracilis, apice truncatus, glaber. Capsula 4 mill. longa et paullo latior, calyce persistente fere duplo longior, diu styli basi apiculata, leviter 5-sulcata, parcius glanduloso-strigosa. Semina virescentia, opaca, utrinque breviuscule appendiculata.

Expl. fig. tab. 1. Fig. *1.* Specimen florens magn. nat. *2.* Corolla longitudinaliter fissa cum calyce, bis a. *3. a.* Anthera a ventre, *b.* a latere, *c.* basis filamenti, magn. ter aucta. *4.* Germen cum stylo, bis a. *5.* Capsula dehissa, bis a. *6.* Lobus calycinus, quinquies auctus.

4. M. multiflora n. sp. — Foliis obovato-ellipticis obovatisve obtusiusculis basi attenuatis subglabris demum distincte costatis; racemis brevissimis nudis 6—10-floris; floribus pedunculo subduplo longioribus 5-meris; calycis parce glanduloso-ciliati dentibus inaequalibus, aut minutis depressis uno subulato, aut omnibus foliaceis linearispathulatis dimidiam corollam superantibus; corolla oblongo-ovata urceolata limbum rectum 5-plo superante intus puberula; staminibus 10 styloque basi incrassato rectis, filamentis pilosis; capsula depresso-globosa apiculata glabra.

Hab. in alpibus *Nippon* borealis et mediae, ubi fl. c. fr. a. praeced. leg. Tschonoski.

Simillima praecedenti. Folia plerumque obovata et obtusa, pube praecedentis, sed superne densiore, subtus fere evanida, distinctiusque pallidiora, adulta subtus distincte utrinque subquadricostata, usque 3″: 1″, 7‴. Squamae flores fulcientes jam incipiente anthesi omnes delapsae. Racemi axis usque $\frac{1}{2}$-pollicaris, plerumque brevior. Pedunculi 6—10, inferiores corolla sesqui, superiores duplo longiores, fructiferi vix elongati, 7‴—$1\frac{1}{4}$″ longi, quam in praecedente tenuiores, pilis brevissimis glandula ampla nigra terminatis parce adspersi. Calyx valde variabilis, pilis quam in pedunculo longioribus ceterum similibus haud crebre ciliatus, ceterum glaber, mox brevissimus, dentibus 2—4 triangularibus, ceteris vel uno late linearibus subulatisve omnibus acutis acutissimisque, membranaceis, mox amplus herbaceus, laciniis inaequalibus vel subaequalibus. Corolla regularis, a basi sensim angustata, fauce distincte constricta, limbi dentibus ut in praecedente, sed respectu corollae minoribus, eodem modo colorata eodemque modo intus pubescens, 5‴ longa, 3 lin. basi lata. Stamina stylusque praecedentis, sed recta, et antherae minores, quadruplo filamento breviores et distincte sagittatae. Ovarium fere glabrum, pube quanta adest ut in praecedente. Stigma truncatum. Capsula erecta, glabra, ceterum simillima, sed, dum calyx foliaceus, calyci immersa.

Expl. fig. tab. 1. Fig. *7.* Spec. florens magn. nat. *8.* Flos longitudinaliter fissus, demta corollae parte anteriore, magn. bis auctus. *9. a.* Anthera a latere, *b.* a ventre, *c.* basis filamenti, 5-es a. *10.* Calyx cum germine, ex alio flore, ut calycis variatio demonstretur, bis a. *11.* Capsula m. n. *12.* Dens calycinus 5-es auctus.

5. M. purpurea Maxim. l. c. — Foliis ovalibus apice emarginatis vel obtusis calloso-apiculatis integerrimis, superne parcissime adpresse pilosulis, subtus pallidis ad costam parce paleaceis; umbellis basi multisquamatis 5—6-floris; pedunculis florem nutantem 4-merum (purpureum) subaequantibus, squamas vix superantibus glabratis; calycis glanduloso-ciliati laciniis ovato-oblongis triplo brevioribus quam corolla tubuloso-infundibuliformis 4-loba, brevissime glanduloso-ciliata intus pubescens, tenere membranacea; staminibus 8 styloque cylindrico glabro rectis, dimidiam corollam vix superantibus; filamentis subulatis pubescentibus, antheris 5-plo brevioribus late oblongis poro rimaeformi laterali amplissimo dehiscentibus; ovario parce hispido; capsula depresso-globosa apiculata glabra.

Hab. in *Kiusiu* jugo centrali Kundsho-san, alte supra mare, in silvis, init. Junii fl. c. fr. a. praeced. Communis dicitur etiam in monte Wunzen prov. Simabarae, vere sterilis tantum visa.

*

Japonice: yoragu tsutsusi.

Species pulcherrima, floribus laete purpureis basi pallidioribus numerosissimis onusta, inter ceteras species tamen anomala, quum corollae forma et textura, tum antheris fere longitudinaliter dehiscentibus, poro enim ita basin versus producto, ut dimidium loculum attineat.

Frutex usque 8-pedalis, trunco $1\frac{1}{2}$ poll. crasso. Rami verticillati, etiam juventute glabri, apicem versus foliati. Folia distinctius quam in aliis speciebus petiolata, nervis parum elevatis, demum glabrata, $7'''$—$1''$: $1\frac{1}{4}''$—$2\frac{1}{2}''$. Squamae pluriseriatae, exteriores sensim breviores, ovatae, acutae, glabriusculae, interiores longiores oblongae obtusae, medio dorso longissime paleaceo-pilosae, sub anthesi totae adhuc persistentes. Pedunculi tenues, pilis brevibus capitellatis parcissime adspersi, 6—7 lin. longi, ita ut flos. Calyx membranaceus. Corolla tenera, tubulosa apicem versus vix dilatata, fauce haud constricta, vix duplo longior quam lata, pulchre purpurea, calycem versus pallidior. Limbus tubo 4^{lo} saltem brevior, lobis depresso semirotundis brevissime densissime glandulosociliatis. Antherae ochraceae. Ovarium subglobosum, pube parca, brevi, tenui. Capsula erecta, glabra.

Expl. fig. tab. 1. Fig. *13.* Pars speciminis florentis, magn. naturali. *14.* Flos longitudinaliter fissus, demta parte anteriore, bis a. *15.* Stamen varie visum, quinquies a. *16.* Calyx cum germine, 5-es a. *17.* Inflor. frf. anni praeced. m. n. *18.* Capsula ex eadem, bis a. *19.* Perulae, *a.* ex exterioribus, *b.* ex interioribus, *c.* florem fulciens, *a. b.* bis, *c.* 5-es a.

Tsusiophyllum n. gen.

Calyx 5-partitus parvus. Corolla regularis, tubuloso-cylindrica, limbo brevi 5-lobo lobis rotundatis imbricatis, tubo intus et extus dense tomentoso. Stamina 5 libera, recta, lobis corollae alterna, subinclusa, filamenta subulato-plana villosa, antherae dorso insertae introrsae, oblongae, loculis utrinque breve disjunctis, longitudinaliter dehiscentibus. Pollen globoso-tetraëdrum, per quaterna granula conjunctum. Ovarium disco 5-lobo glanduloso impositum, ovoideum, 3-loculare, loculis pluriovulatis. Stylus rectus gracilis. Stigma truncatum 3-lobum. Capsula... — Fruticulus parvifolius parviflorus, foliis et pube sect. *Tsusiae* gen. *Rhododendri*, floribus terminalibus paucis umbellatis brevissime pedunculatis, gemmis floriferis membranaceo-squamatis, squamis a basi! solutis, pluriseriatis, foliiferis infra floriferas sitis illisque arcte approximatis, in verticillum dispositis.

Genus *Rhododendro* proximum, corolla regulari, antheris longitudinaliter dehiscentibus et ovario 3-loculari diversum. A *Menziesia* iterum ovario et antheris distinguendum. Ab utroque genere squamis gemmarum a basi solutis discrepans.

T. Tanakae sp. n.

Hab. in Nippon mediae montibus Hakone, ubi collegerunt botanici Japonici Tanaka et Ycutschima, mecum benevole communicavit ill. Cosson. Videtur planta rara, quia nemini aliorum collectorum obvia.

Specimen unicum quod praesto est quinquepollicare ramum sistit basi 2 mill. crassum, bis dichotomum, ramulis omnibus iterum tri-vel dichotomis, erecto-patulis, vetustum

glabratum, cortice laevi cinnamomeo epidermideque aspera grisea tectum, hornotinis vel ramulis anni praeteriti paleis setosis subulatis rigidis adpressis fulvis dense strigosis. Gemmae floriferae terminales, inter innovationes jam evolutas sessiles, globoso-ovales, pisi minoris magnitudine, foliis paucis linearispathulatis, 5 mill. : $1^3/_4$ mill. magnis, in secundum annum persistentibus fultae (exacte in modum *Rh. Indici*), foliiferae ex foliorum floralium nunc descriptorum axillis, florali arcte approximatae. Perulae pluriseriatae, scariosae, fuscae, margine longe paleaceo-ciliatae, exterioribus interiores minores omnino involventibus, omnibus demum basi solutis. Folia sparsa, apicem ramulorum versus approximata, erecto-patula, subsessilia, late obovato-elliptica, utrinque acuta, glandula longiuscula saepe curvula apiculata, coriacea, superne profunde viridia, appresse margine subrevoluto densius setosa, subtus glauca, secus costam dense appresseque fulvo-paleacea, costis lateralibus indistinctis grosse, sed non prominenti-reticulata, maxima vix 12 : 6 mill., minora 8 : 4 mill. metientia. Flores umbellati, in umbella una 1, in altera bini, fere sessiles. Pedunculus calyce brevior et cum illo densissime pallidius paleaceo-setosus. Calyx 5-partitus laciniis ovatis obtusis, corolla multo brevior. Corolla vix 1 centim. longa, cylindrico-tubulosa, limbo erecto-patulo 3 mill. longo lobis depresso-rotundatis, ex sicco albida cum rubedine, praeter limbum tota extus et intus pube brevissima tomentosa. Stamina faucem attingentia recta, stylum superantia; filamenta subulata, plana, fere ad apicem usque ciliata; antherae 5-lo breviores brunnescentes. Ovarium dense paleaceo-hispidum.

Expl. fig. tab. 3. Fig. *1.* Specimen florens magn. nat. *2.* Flos. *3.* Corolla longit. fissa. *4.* Calyx cum ovario et stylo, omnes figg. magn. ter a. *5.* Staminis apex cum anthera a facie et a latere. *6.* Stigma. *7.* Ovarii sectio transversalis, omnes magis auctae. *8.* Pollen, valde auct.

RHODODENDRON G. DON.

G. Don. Gen. syst. III. p. 843. excl. *Rh. Chamaecisto.* — *Azalea* L. Cod. p. 166 p. p., *Rhodora* Duham. in L. Cod. p. 409., *Rhododendron* L. l. c. p. p. — *Osmothamnus*, *Azalea*, *Rhodora*, *Rhododendron* excl. *Rh. Chamaecisto* DC. Prodr. VII. 2. p. 715 sq.

Calyx varius, mox obsoletus, mox patellaris truncatus v. obsolete dentatus, mox campanulatus fissus vel partitus, membranaceus vel foliaceus. Corolla a subrotato per campanulato-infundibuliformem in tubulosum et hypocrateriformem varians, limbo subobliquo subirregulari, lobis inferioribus fere semper magis profunde divisis, 5-fido vel 5—9-lobo, rarissime partito (in *Rh. linearifolio*), vel bilabiato (in *Rh. Rhodora*). Stamina mox simplici corollae loborum numero (5), mox duplici: 10—18, sublibera, saepissime declinata, in fasciculum collecta, plus minus inaequalia, rarissime patentia, in orbem expansa (v. gr. in *Rh. camelliaeflоro* H. f.), inclusa vel exserta. Filamenta plerumque subulata, saepe pubescentia, rarissime nonnulla barbata cetera glabrata (in *Rh. semibarbato* Maxim.). Antherae plus minus obovoideae, rarius oblongae, superiores interdum ceteris paullo vel multo minores, loculis tota longitudine conjunctis, raphe arcte connata, poro terminali

subobliquo orbiculari marginato dehiscentibus. Ovarium 5—20-loculare. Stylus pl. m. declinatus vel etiam incurvus, stamina saepius superans, rarissime illis multo brevior, demum totus deciduus. Stigma stylo truncato impositum 5-lobum vel pl. m. capitatum et 5—20-lobum. Capsula calyce suffulta lignosa (rarissime submembranacea: in sect. *Therorhodio*), 5—20-locularis, ab apice ad basin septicida, placentis crassis axi adnatis. Semina numerosa, scobiformia, appendice saepius dilacerata, rarius integra.

Duce Donio genera *Azaleam* et *Rhodoram* cum *Rhododendro* conjunxi, et *Osmothamnum* iis addidi, quia nunc in diem difficilius fit genera haec characteribus etsi levissimis distinguere. *Azalea* v. gr. ab auctoribus describitur «plerumque» foliis annuis membranaceis, corolla 5-fida, pube haud lepidota, staminibus «saepius» 5 instructa, sed folia annua habes etiam in *Rh. daurico*, membranacea etiam in *Rh. albifloro*, biennia e contra in *Az. Indica* cum affinibus, ubi saepe non minus coriacea sunt quam in *Rhododendris veris* auctorum. Corolla 5-fida obvia fit in *Rhododendris* non paucis, v. gr. *Rh. daurico*, *lapponico*, *parvifolio*, *moulmaynensi*, *Veitchiano* ceterisque. Stamina 5 habes et in Rhododendris veris rarius, 10 vero minime rara in *Azaleis* sunt. Manet tantum pubes, in *Azaleis* re vera nunquam lepidota, sed pubes lepidota, etsi charactere hoc pro genere condendo uti velis, in *Rhododendris* numerosissimis omnino deest. Meliora signa offerunt innovationes, sed hic *Azaleae* sectio mea omnino sese habet ut verum *Rhododendron*, *Tsusia* vero, quae ab auctoribus saepe ad *Rhododendra* transfertur, diversissima evadit. Multo magis igitur naturam sequi opinor, si sectiones optimis signis e vegetatione depromptis distinguendas in vasto genere admittimus. *Rhodoram* non retinui, quia nunc veras *Azaleas* observavi mox corolla bilabiata mox subregulari instructas. *Osmothamnum* vero si distinguere velis, tunc *Rh. Anthopogon* simillimum illi subjungas necesse est, neque clarum mihi videtur, quo charactere florali tunc species alias corolla hypocrateriformi donatas (v. gr. *Rh. jasminiflorum*) ab illo sejungas, vel quam ob causam species tam paradoxae ut *Rh. Keysii* vel *Rh. camelliaeflorum* vel sect. mea *Therorhodion* non pro generibus propriis declarentur.

Conspectus sectionum.

Rhododendra apiciflora. Inflorescentia terminalis e gemma perulata propria. Folia in axi novella florifera nulla. Innovationes infra flores ortae.

a. Innovationes e gemmis propriis.

Sect. 1. *Osmothamnus.* Perulae gemmae floriferae exteriores interioribus vix breviores, ita ut perulae pauciseriatae vix imbricatae appareant. Gemma florifera subglobosa. Pubes lepidota et setosa. — Frutices nani.

Sect. 2. *Eurhododendron.* Perulae multiseriatae, interiores sensim longiores, gemmam strobiliformem plerumque acutam constituentes. Pubes varia, sed nunquam paleacea. Arbores vel frutices. Folia biennia, triennia vel diutius persistentia.

Sect. 3. *Azalea* Pl. emend. — Ut praecedens, sed folia annua. Pubes mollis, pilosa, saepe glandulosa.

b. Innovationes ex eadem gemma uti flores.

Sect. 4. *Tsusia* Pl. emend. — Gemmae *Osmothamni*. Folia annua vel subbiennia. Pubes setoso-paleacea, rarius glandulosa admixta.

Rhododendra lateriflora. Inflorescentiae laterales e gemma perulata propria imbricata, in axillis foliorum summorum rami anni praecedentis sitae. Folia in axi novella florifera nulla.

Sect. 4. *Keysia* Th. Nutt. in bot. mag. t. 4875. Inflorescentia pluriflora. Innovatio terminalis. Corolla tubulosa limbi dentibus conniventibus. Folia perennia. — Species unica: *Rh. Keysii* Nutt.

Sect. 5. *Rhodorastrum*. — Gemmae 1-florae. Innovationes laterales infra gemmas floriferas sitae. Corolla campanulata. Pubes lepidota. Folia annua. Frutices fastigiato-virgati.

Sect. 6. *Azaleastrum* Pl. — Gemmae 1—2-florae. Innovationes inter et infra gemmas floriferas, vel rarius simul terminalis. Corolla rotata. Folia annua. Pubes glandulosa vel simplex.

Rhododendra anomala. Rami novelli basi foliati in racemum elongatum foliaceo-bracteatum abeuntes. Perulae ad basin ramulorum paucae, persistentes, coriaceae.

Sect. 7. *Therorhodion*. — Corolla rotata inferne ad basin fissa. Capsula submembranacea.

Sect. 1. OSMOTHAMNUS.

Sect. *Ponticum*, *Lepipherum* G. Don l. c. p. p. et sect. *Pogonanthum* G. Don. — Sect. *Eurhododendron* p. p., *Pogonanthum* et species non satis notae p. p. DC. l. c. — Genus *Osmothamnus* DC. l. c. p. 715. — *Rhododendron proprium* Th. Nutt. in Kew. bot. misc. V. 353. p. p.

Inflorescentia terminalis aphylla, e gemma perulata subglobosa squamis pauciseriatis subaequilongis formata. Corolla campanulata, infundibuliformis vel subhypocraterimorpha, tubo recto vel leviter curvato. Stamina 5 vel 10. Capsula 5-locularis. — Frutices parvi vel nani, ramosissimi, microphylli, ob pubem lepidotam copiosam (rarius setosam) graveolentes, foliis coriaceis saepius biennibus rarius perennantibus, floribus subsolitariis vel paucis umbellatis vel rarius corymboso-racemosis numerosioribus. — Species in alpibus altissimis *Europae* et *Asiae* centralis obviae vel subpolares, unica in *China boreali* crescente. — Huc pertinent species sequentes, omnes a me examinatae: *Rh. pumilum* Hook. f., *lepidotum* Wall. c. varr. Hookerianis, *Anthopogon* Don, *fragrans* m., *nivale* Hook. f., *lapponicum* L., *parvifolium* Ad., *ferrugineum* L., *micranthum* Turcz., *hirsutum* L., *setosum* Don.

CLAVIS SPECIERUM ASIAE ORIENTALIS.

1. Corolla hypocrateriformis. Flores brevissime pedunculati .... *Rh. fragrans.*
   Corolla campanulata v. subrotata. Fl. distincte vel longe pedunculati. Conf. ad 2.
2. Fl. umbellati pedunculos superantes.......................... *Rh. parvifolium.*
   Fl. corymboso-racemosi, longissime pedunculati.................. *Rh. micranthum.*

1. Rh. fragrans[1]. — *Azalea fragrans* Adams! in Mém. Acad. Pétersb. II. p. 332. t. 14. (icon rudis, sed bona, descript. opt.). — *Azalea fol. ovalibus supra rugosis* cet. Gmel. Fl. Sib. IV. p. 125. t. 55. (pessima) — excl. syn. Tournef. — *Osmothamnus fragrans* et *pallidus* DC. l. c. — Ledeb. Fl. Ross. II. 2. p. 918. excl. synon. et locis natalibus nonnullis. — Turcz. Fl. Baic. dah. II p. 204. (e DC. mutuat.). — Rgl. et Til. Fl. Ajan. p. 110. n. 193. — Pumilum, ramis verticillatis fastigiatis, junioribus villosulis et cum tegmentis margine longe villoso-ciliatis foliis subtus pedunculisque dense ferrugineo-lepidotis; foliis biennibus ovali-vel ovato-ellipticis acutis basi obtusis rigide coriaceis margine revolutis opacis; corymbis brevissimis 7—15-floris; floribus brevissime pedunculatis squamis persistentibus amplis fultis; calyce 5-fido lobis ovatis; corollae hypocrateriformis tubo limbum lobis rotundatis superante intus villoso; staminibus 5 inclusis rectis glabris, antheris ovalibus poris amplis; stylo duplo breviore stigmate capitato; capsula 5-vel rarius 4-mera villosa et lepidota.

Occurunt formae duae: altera pauciflora corollis aveniis, altera multiflora corollis reticulato-pictis, quae ultima vulgo minor est et locis magis borealibus occurrit. Pro speciebus declarari vix possunt, nam numerus florum valde variabilis, occurrit v. gr. in *O. pallido* inflorescentia multiflora, in *O. fragrante* pauciflora, venatio limbi etiam in *O. pallido* adest, etsi minus expressa, ita ut tantum color in sicco saepissime evanidus remaneat ad species has distinguendas.

Hab. in *Sibiria* maxime *orientali:* circa ostium fl. Lenae (Adams! cor. reticul.), ad Lenam (Adams! frf.) et Dezegdal, fine Junii fl. (Stubendorff! cor. reticul. et avenia), versus Ochotzk (Dobell! 1818. flor., cor. reticul., Stubendorff! 1858. fl. pallid.); Ajan (Tiling! cor. pallid.); inter Ochotzk et Jakutzk (Schelechow! fl. reticul.), in cacumine montis Junikan, med. Julio fl. (Kusmisczeff! fl. reticul.), Wiluisk (Maydell! cor. pallid.); in *Sibiria baicalensi:* ad Baicalem (Pallas!, legit verosimil. Messerschmidt, primum «*Rh. ferrugineum*» inscriptum, dein in *Azal fragrantem* a Pallasio emendatum); in alpibus Urgudei, Buchat, Nuchu-Daban (Turczaninow! fl pallid.); ad fluv. Birjussam (Julio fl., cor. pallid., Stubendorff!); ad fontes fl. Irkut, in monte Munku Sardyk (Radde! fl. reticul.). — In *Himalaya:* Kishtwar, regio alpina, 11—12000 ped. (Thomson! spec. florib. fere destr.).

Rh. Anthopogoni Don non parum affine. Differt hoc enim foliis lucidis, calycis margine longe pubescentis lobis oblongis, stylo crasso clavato, ovario glabrato, habitus vero omnino idem. Stamina in *Rh. Anthopogone* etiam 5, sed dicuntur occurrere 6, 7.

Spithamaeum vel pedale, ramis crassis. Folia modice petiolata, superne minute impresso-reticulata, subtus hornotina pallida, vetusta ferruginea, 8''' : 3'''. Axes inflorescentiarum anguste conicae persistentes. Flores saepissime tota sub anthesi squamis pedunculos superantibus orbiculatis acutis fulti. Corolla diametro circiter semipollicaris. Capsula breviter ovoidea obtusa, 4—5 sulcata, calycem adpressum duplo superans, saepius corolla emarcida diutius obtecta.

---

1) *Rh. fragrans* Hortul. ad *Rh. maximum* L. pertinet.

Genus *Osmothamnus* a De Candolle ab *Azalea* diversum dicitur corolla regulari (quae re vera subirregularis), genitalibus inclusis (etiam in aliis *Rhododendris* passim obviis) et capsula 4-loculari, a *Loiseleuria* corolla hypocrateriformi (quae etiam in *Azaleis* non occurrit), capsula 4-loculari et seminibus «linearibus». Differentia ab *Azalea* igitur principalis posita est in corolla hypocrateriformi et capsula 4-loculari. Sed prior nunc in multis *Rhododendris* inventa est, secunda vero in speciminibus numerosis a me examinatis[1]), imo authenticis Adamsianis, multo frequentior 5-, quam 4-locularis occurrit, et frequens 4-locularis occurrit etiam in *Rh. lapponico*. Insuper in charact. generico tubus supra medium gibbus dicitur, antherae «apice» dehiscentes. Equidem corollam, exacte ut in *Rh. Anthopogone*, tubo leviter incurvo video, antherae vero poro amplo orbiculari dehiscunt. Ita ne levissima quidem differentia remanet inter *Osmothamnum* et *Rhododendron*.

Quum vero nomen aptissimum optime characterem sectionis nostrae exprimat, pro tota sectione retinui.

2. Rh. parvifolium Ad. in Mém. soc. natur. Mosc. IX. p. 237. — Ledeb. Fl. Ross. II. 2. p. 921. c. syn. — Turcz. Fl. Baic.-dah. II. 2. p. 206. — Trtv. et Mey. Fl. Ochot. p. 63. — Rgl. Til. Fl. Ajan. p. 110. n. 195. — *Rh. parviflorum* Ait. F. Schmidt. Fl. Sachal. p. 158. n. 297. — *Rh. palustre* Turcz. in DC. l. c. p. 724. — *Azalea lapponica* Pall! Fl. Ross. II. p. 52. t. 70. fig. 1. A. B. (*A. ferruginosa* inscripta, optima!). — *Rh. ferrugineum* Georgi It. I. p. 43. ex Pall. — Pedale ad tripedale fastigiato-ramosissimum dense lepidotum; foliis ovalibus ellipticisve obtusiusculis basi attenuatis coriaceis utrinque subtus dense et fusco-lepidotis; umbellis 2—3 floris, pedunculis flore brevioribus; calycis 5-lobi lobis rotundatis; corolla aperte campanulata glabra; staminibus 10 exsertis basi barbatis, capsulis ovoideis.

Hab. in paludibus frigidis vel alpinis *Sibiriae orientalis: Davuriae* alpibus (Turczaninow), in jugo Jablonnoi ad Nertscham (Laxmann ex Pall.), inter Bargusin et Witim fluviorum capita (Georgi ex Pall.); regione *Baicalensi:* in Sajanensi jugo ad Abacan fl. et alios (Messerschmidt ex Pallas), alpe Nuchu Daban (Turcz.!), in alpibus altissimis Tunkinensibus (Stubendorff!), in paludibus montium frigidis ad Chormam et Birjussam fl. (idem!), ad longam pontem prope Tibilti (Turcz.!); in Sibiria *maxime orientali:* Wiluisk (Maydell!) ad fl. Utschur (Pawlowski!), Dezegdal (Stubendorff!), ad Lenam (sp. sterile s. n. *Az. parvifoliae* Adams!, Redowski! fl.); Ochotzk (Stubend.!, Dobell! «rarissimum»), ad fontes fluvii Lantar (Tiling!), in Stanowoi orientali (Middendorff!). — In *Kamtschatka:* circa portum Petri et Pauli (Mertens! fl.), terra *Tschuktschorum:* ad sin. St. Laurentii, et ad fretum Seniavini (idem!) et Beringii (Wright! frf.). Sachalin (Schmidt). — In *Unalaschka* (Eschscholtz! fl.). — Spec. Wright s. n. *Rh. lapponici* comm. subdubium.

β. **albiflorum** Herd! mscr. — Ramis squarrosis densissimis, pedunculis flore albo multo brevioribus.

---

1) Pleraque florifera capsulas anni praeteriti habent adhuc persistentes.

Hab. in jugo Sajanensi, in monte Munku-Sardyk, ad fontes fl. Irkut (Radde!).

Statura parva et rami squarrosi transitum jam ad *Rh. lapponicum* L. indicant, sed filamenta barbata. Pedunculi tam breves vero ut in *albifloro* occurrunt, etsi rarius, etiam in forma genuina.

Simillimum *Rh. Lapponicum* L. differre videtur statura palmari ramis divaricatis (in β. *Rh. parvifolii* ceterum jam obviis), foliis basi saepe obtusis rigide coriaceis, filamentis glabris et staminibus saepe paucioribus (5—8). Corolla extus lepidota vero, a Candolleo *Rh. Lapponico* L. tributa, a me saepissime glabra visa est. Recte forsan d. Pallas nostram speciem varietatem giganteam *Rh. Lapponici* praedicat.

Synonymon Pallasii huc et non ad *Rh. fragrans*, uti habet Ledebour, ducendum esse docet optima icon, brevis sed bona descriptio, denique specimen authenticum a me visum; itaque etiam loca a Pallasio adducta, a Ledebourio sub *Rh. fragrante* enumerata, huc sunt emendanda.

3. Rh. micranthum Turcz. Bull. soc. Mosc. 1837. № 7. p. 155. — DC. l. c. p. 727. — Turcz. Fl. Baic.-dah. l. c. p. 208. in nota (descriptio). — Maxim. Prim. Fl. Amur. Suppl. p. 474. — Elatius gracile, ramis verticillatis elongatis, totum parce lepidotum; foliis biennibus breve petiolatis lanceolatis superne glabris; racemis multifloris; pedunculis flore multoties longioribus; calycis 5-lobi lobis ovatis acutis ciliatis; corolla rotato-campanulata ultra medium 5-fida extus lepidota lobis oblongis; staminibus 10 exsertis; capsula ovali parva.

Hab. in *China boreali*, in montibus a Pekino occidentem versus sitis. Junio florens (Kirilow! Tatarinow!), sine die frf. coll. Skaczkoff!

Species paradoxa, simillima *Ledo glanduloso* Nutt., sed capsula *Rhododendri* et gemmae sect. *Osmothamni*.

Descr. fusiori apud Turcz. l. c. datae sequentia addam: folia quam in *Ledo glanduloso* majora, 7‴ : $2^1/_2$″, angustiora et acutiora, occurrunt tamen rarius etiam late obovata obtusa vel ovalia, dimidio minora. Gemmae floriferae sat peculiares, clausae enim omnino ut in char. sectionis descriptae, late ovales obtusae, magnitudine nuclei avellanae, axi inflorescentiae elongata vero subito accrescente tota gemma strobili in modum elongatur, ita ut quaevis gemma floralis squama sua adhuc involuta distinctissime adumbretur, denique pedicelli accretione squama delabitur, alia bracteola scariosa filiformis vero ad basin pedicelli superstes etiam cito evanescit. Inflorescentiae axis $1^1/_4$ pollicaris, pedicelli $^3/_4$″. Corolla diametro 13 mill., lactea. Stamina exserta cum ovario globoso glabra. Antheras non ellipticas, ut habet auctor, sed oblongas video, poro minuto circulari dehiscentes. In fructu pedunculi pedicellique immutati. Capsulae numerosae, illis *Ledi palustris* similes atque aequimagnae, majores 5 mill. longae, $2^1/_2$ mill. latae, saepe minores, ovales, apice truncato vix attenuatae, calyci patulo insidentes illoque multo longiores. Semina oblonga, appendicula brevi lacera utrinque aucta, in quovis loculo paucissima evoluta eaque respectu capsulae maxima, 2 mill. longa, cinnamomea, cetera abortiva minutissima.

Expl. fig. tab. 4. *1.* Specimen florens m. n. *2.* Flos a latere et *3.* idem a facie, bis a. *4.* Anthera a facie et a latere, magis a. *5.* Germen cum stylo. *6.* Gemma florifera autumno et *7.* eadem vere, expandens, squama una jam delapsa et gemma florali una denudata, m. n. *8.* Capsula, bis a. *9.* Semina perfecta et inania quae multo numeriosiora, 5-es a. *10.* Pars paginae inferioris folii, 10-es a.

Sect. 2. Eurhododendron.

Sect. *Booram, Ponticum* et pr. p. *Lepipherum* G. Don l. c. p. 814, 843, 845.— Sect. *Buramia, Hymenanthes, Eurhododendron* p. p. DC. l. c. 720. 721.— *Rhododendron* Hook. f. Rhod. Sikk. Himal. p. p. — *Rhododendron proprium* Th. Nutt. l. c. p. p.

Gemma florifera terminalis strobiliformis, saepissime apice attenuato acuta, rarius subglobosa obtusa (v. gr. in *Rh. Nilagirico* Zenk.), squamis multiseriatis imbricatis, exterioribus sensim brevioribus. Gemmae foliiferae laterales floriferae approximatae, similes, sed angustiores. Folia rarius biennia, plerumque in tertium annum vel longius persistentia, ampla vel rarius modica[1]), semper coriacea vel rigide coriacea, glabra vel subtus pube (in unica dendroideo-ramosa — *Rh. Smithii* Th. Nutt.) floccoso-tomentosa obtecta, vel lepidota vel rarius setoso-ciliata, saepissime laevia, rarius bullato-rugosa. Flores corymbosi vel corymboso-umbellati vel rarius subumbellati, plerumque numerosi, pedicellati, rarissime subsolitarii, rarius subsessiles. Calyx varius, vix unquam tamen foliaceus, nunquam corollam dimidiam superans. Corolla varia, 5—9-loba. Stamina 10—18, subdeclinata, corolla breviora, rarissime exserta (in *Rh. retuso* Benn.) vel aequaliter patentia. Capsula lignosa, 5-multilocularis. — Huc pertinent species numerosissimae, commode tamen in series plures divellendae, de quibus conferas opus Hookeri filii et dissertationem Th. Nuttallii. Hic nonnullas tantum indicabo, quarum species una alterave etiam in Asia orientali crescit. Tales sunt:

Candelabra. Arbores vel frutices ampli. Folia ampla laevia diu perennantia, pube tomentosa vel nulla, fere nunquam lepidota. Flores numerosi, densi, saepissime in globum conferti, corymbosi. — Dividuntur iterum in: polymera: *Rh. Hodgsoni* H. f., *grande* Wt., Griffithii Wt., *Falconeri* H. f., *eximium* Th. Nutt., *Fortunei* Lindl., *Metternichii* Sieb. Zucc.; — anisomera: *Rh. argenteum* H. f., *fulgens* H. f., *longifolium* Th. Nutt., *Windsorii* Nutt., *nilagiricum* Zenk., *Wightii* H. f., *Kendrickii* Nutt., *Shepherdi* Nutt., *barbatum* Wall., *Smithii* Nutt. (pube dendroidea ramosa insigne!), *niveum* Hook. f., *formosum* Wall. (unica totius seriei lepidota!), *Hookeri* Nutt.; — isomera: *R. arboreum* Sm., *maximum* L., *californicum* Hook., *ponticum* L., *Batemani* Hook. f., *Thomsoni* Hook. f., *catawbiense* Mx., *brachycarpum* Don, *javanicum* Benn., *Teysmanni* Miq., aliaque.

Chrysantha. Frutices humiles, squamis foliisque diu per totum caulem persistentibus. Flores flavi: — *Rh. caucasicum* Pall. et *chrysanthum* Pall.

Lepidota. Frutices humiliores. Folia biennia, modica. Flores pauciores subumbellati. Pubes lepidota: — *Rh. glaucum* Hook. f., *cinnabarinum* Hook. f., *triflorum* Hook. f., *ciliatum* Hook. f., *retusum* Benn., *album* Bl., *Keiskei* Miq., *punctatum* Andr.

---

1) Minuta in *Rh. ericoidi* Low!, quoad gemmae floriferae structuram mihi ignoto, ideoque quoad sectionem dubio. Habitus potius sect. *Osmothamni*.

Aliam seriem, in Asia orientali tamen nondum repertam, sistunt: Rugosa; foliis sat amplis, bullato-rugosis et reticulatis, floribus paucis 5-meris. Huc: *Rh. Edgeworthii* Hook. f., *acuminatum* Hook. f., *rugosum* Low, *Nuttallii* Booth; — aliam: Sundaica, species epiphytae, corolla tubulosa.

Species Asiae orientalis.

1. Lepidota, folia biennia tenue coriacea.......................... *Rh. Keiskei.*
   Non lepidota, folia perennia crasse coriacea, 2.
2. Chrysantha. Tegmenta florum usque ad fructum, foliorum per plures annos persistentia... *Rh. chrysanthum.*
   Candelabra. Tegmenta post flores evolutos mox decidua. 3.
3. Pubes breve glandulosa. Capsula 10-locularis...................... *Rh. Fortunei.*
   Pubes tomentosa. Capsula 5—7-locularis. 4.
4. Filamenta glabra. Folia basi acuta subtus ferruginea. Corolla rosea 5—7-loba. *Rh. Metternichii.*
   Filam. basi hispida. Fol. basi obtusa subtus alba. Corolla lactea 5-loba.. *Rh. brachycarpum.*

4. Rh. chrysanthum Pall! It. III. p. 729. t. N. fig. 1. 2. — Pall. Fl. Ross. I. p. 44. t. 30. — DC. l. c. p. 722. — Ledeb. l. c. p. 920. c. syn. — Turcz. Fl. Baic.-dah. II. 2. p. 205. — Trtv. et Mey. Fl. Ochot. p. 63. — Rgl. et Tiling. Fl. Ajan. p. 110. — Maxim. Prim. Fl. Amur. p. 189. — F. Schmidt. Fl. Amg. bur. l. c. p. 55. — Idem. Fl. Sachal. ibid. p. 158. — Humile; foliis diu perennantibus oblongis basi attenuatis glabris rigide coriaceis superne impresse subtus elevato-distinctissime costatis reticulatisque; squamis secus caulem et circa flores diu persistentibus juventute pubescentibus; floribus corymboso-umbellatis; pedunculis tomentosis flores plus duplo superantibus; calyce brevissimo truncato; corolla rotato-campanulata flava staminibusque glabriusculis.

Hab. in *Sibiria Altaica* (Salessow! Schangin!) ad fl. Tschulyschman!; in alpibus Sajanensibus (Lessing!) Sibiriae *Baicalensis:* prope Chamar Daban (Sczukin!), ad fontes fl. Irkut in m. Munku Sardyk (Radde!), in borealibus alpinis muscosis ad Chormam (Stubendorff!), in monte prope Kultuk (Turcz.!), in litore Baikal. boreali (Radde!); in alpibus *Dahuriae* (Turcz.!); Jablonnoi Chrebet (Sievers!), prope Nerczinskoi Sawod (Sosnin!) et Nerczinsk (Sensinoff!), in jugo Stanowoi (J. G. Gmelin); *Mandshuria* boreali: in montibus Bureicis altissimis variis locis copiose in med. Jul. usque florens (F. Schmidt), ad Amur inferiorem (ipse!) et in regione litorali: de Castries, in silvis et montium jugis frequens (ipse!); in *Sibiria orientali* (Pallas!): Wiluisk (Maydell!), Jakutzk (Struczkoff!), in collibus sterilibus humidis prope Ajan, Julio florens (Dr. Tiling!); Ochozk (Walront!), Nishne Kolymsk (Scharypoff!), Ishiga (Kruhs!); in *Kamtschatka* «usque in Lopatkam frequens, sed non in insulis» (Curilensibus nempe?) Pallas! alii!; insula Korjaginsk (Mertens!, Postels!), insula Beringii (Steller); *Sachalin:* in monte Nuburipo, 48° (F. Schmidt); nec non in insula *Sitcha!*

Rossice in Sibiria orientali: Koräzkaja trawa i. e. herba Koräkorum, contra rhumatismum nec non siphylin remedium celebre.

Rh. Caucasico Pall. simillimum, sed nulli alio. Convenit cum hac specie statura, squamis secus caulem persistentibus, foliorum forma et magnitudine, florumque dispositione et colore, sed differt *Rh. caucasicum* foliis subtus tenuiter rufo-tomentosis laevibus, superne minute indistincte reticulatis, corolla intus staminibusque basi villosis, nec non flore statu sicco semper flavo nec viridi.

5. **Rh. Fortunei** Lindl. in Gard. Chron. 1859. p. 868. — Hook. in Bot. mag. t. 5596. — Elatum, ramis robustis novellis foliis junioribus pedunculis calyce ovarioque glanduloso-pubescentibus; foliis oblongis linearioblongisve acutis basi obtusis vel subcordatis, adultis glaberrimis, subtus pallidis distincte venosis; corymbis 8—10-floris laxiusculis; floribus subnutantibus pedunculos superantibus; calyce cupulari integro parvo; corolla ampla breve campanulata 7-loba lobis rotundatis staminibusque 14 inclusis glabris; antheris oblongis; stylo stamina vix superante glabro stigmate capitato; ovario oblongo ovoideo 10-loculari.

Hab. in *Chinae* prov. Che-kiang, montibus 3000 ped. altis, ubi semina collecta fuerunt a R. Fortune, e quibus nunc plantae florentes in Anglià educatae. — Non vidi, descriptionem ex auctoribus iconeque citatis concinnavi.

Frutex dicitur usque 12 pedes altus, flores pallide rosei, fragrantes.

Affine *Rh. Metternichii* S. Z. et *Rh. Griffithii* Wt. A priore videtur differre pube glandulosa, foliis glabris distincte venosis, calyce integro, ovario 10-loculari cum corolla (ampliore) staminibusque non isomera. Posterius longius distat ovario multiloculari, corolla 5-loba cum staminibus anisomera aliisque signis.

6. **Rh. Metternichii** Sieb.! et Zucc. Fl. Jap. pag. 23. t. 9. — S. et Z. Fl. Jap. fam. nat. II. p. 130. in Abh. Bayr. Akad. IV. — Miq. in Ann. Mus. Lugd. bat. I. p. 32. — Miq. Prol. Fl. Japon. p. 95. — A. Gray. On the bot. of Japan, p. 430. l. c. — A. Gray in Perrys Exped. p. 315. — *Rh. maximum* Thbg. Fl. Japon. p. 181. non L. — *Hymenanthes japonica* Bl. Bijdr. p. 862. — *Sekki nan* vulgo *Sáku Nange*, Kaempf. Amoen. exot. p. 877. excl. var. alba. — Elatum, ramis robustis, gemmis floriferis ovoideis squamis pluriseriatis exterioribus acutis pubescentibus interioribus oblongis obtusis dense longeque velutinis; foliis oblongis linearioblongisve rarius ellipticis obtuse vel subcuspidato acuminatis basi attenuatis acutis, coriaceis, superne glabris minute denseque impresso-reticulatis, subtus ferrugineo-tomentosis; corymbis 8—15-floris laxiusculis; floribus erectis; pedunculis flore brevioribus plus minus tomentosis; calyce brevissimo dentibus triangulari-ovatis membranaceis vel subobsoletis; corolla campanulata 5—7 loba glabra; staminibus 10—14 styloque illa superante declinatis inclusis glabris; antheris oblongis; stigmate truncato; ovario dense rubiginoso-tomentoso; capsula cylindrico-oblonga truncata leviter sulcata floccoso-tomentosa pedunculo elongato triplo breviore.

α. **heptamerum.** Calycis dentibus subobsoletis, flore heptamero.

Hab. ex Siebold in alpibus Japoniae borealis (anne cum *Rh. brachycarpo* commutatum?). Ipse spontaneum habeo e *Kiusiu* jugo centrali Kundsho-san, ubi alte supra mare frequens crescit, Majo et initio Junii florens, cultum e Nagasaki et Yedo, fine Aprilis florens

(fol. majoribus). Specimen fructiferum vidi in herb. Sieboldiano, nunc Academiae Petropolitanae, absque loci natalis indicatione. — A. Gray cultum e Simoda (*Nippon*) staminibus 20 observavit.

β. **pentamerum.** Calycis dentibus triangulariovatis post anthesin deciduis, flore pentamero.

Habui e Yedo cultum, fine Martii vel initio Aprilis florens.

Japonice utraque varietas: sjaku nange.

Capsula ut in *Rh. brachycarpo* triplo vel duplo brevior quam pedunculus, triplo longior quam lata, sed apice truncata neque attenuata.

Descr. confer apud Sieb. et Zucc. l. c. Ceterum icon citata ad specimen miserum idemque ut videtur siccum confecta, corollam nimis sordidam corrugatamque, stamina inordinate diffusa, ramulumque floriferum hornotinum neque vetustum, contra naturam habet.

7. Rh. brachycarpum G. Don. Gen. syst. III. p. 843. — DC. l. c. p. 723. — A. Gray. On the bot. of Japan l. c. p. 400. — *Sekki nan* vulgo *Sákŭ Nange* fl. albo Kaempf. l. c. p. 877. — Elatum, ramis robustis, petiolisque glabris; foliis ovalioblongis oblongisve apice rotundatis cum mucrone, basi leviter cordatis obtusisve, coriaceis, superne glaberrimis minute densissime impresso-reticulatis, subtus tenuiter albido-vel rarius rubiginoso-tomentosis laevibus; squamis sub anthesi deciduis parcius pubescentibus; floribus breviter racemoso-corymbosis erectis 8—20; pedunculis flore subbrevioribus fructiferis elongatis, glabriusculis; calycis brevissimi subglabri dentibus depresso semirotundis demum obsoletis calliformibus; corolla campanulata glabra 5-loba lobis rotundatis; staminibus 10 inclusis basi villosis; ovario rufo-tomentoso; capsula oblonga recta glabrata.

Hab. in *Yeso* meridionalis montibus a Hakodate boreo-orientem versus sitis (A. Gray): in promontorio rupestri ad sinum Vulcanorum sito prope Todohiki, sat rarum, alibique, init. Sept. fr. mat. (ipse); Hakodate, cult., Junio, Julio flor. (ipse), fl., Novbri frf. (Albrecht!). *Nippon:* Nambu (flor., Tschonoski); Senano (fl., idem!); Yedo et Yokohama, cultum, init. Novbris frf. (ipse); Fudsi-yama, supra limitem arborum vulgatissimum, totos tractus vastos solum occupans, med. Novbri frf. (ipse); Simoda, anne cultum? defl. (Jolkin! 1856). — Petropolin semina, quae numerosa germinarunt, 1863, plantas vivas a. 1864 introduxi.

Japonice: siro sjaku nange i. e. album.

Rh. lanatum Hook. fil!, huic simillimum, differt petiolis, ramulis, pedunculis, ovario, squamis, foliisque superne secus costam basique albo-lanatis, foliis basi acutis vel obtusis, sed haud cordatis, floribus majoribus, corolla sulfurea roseo-maculata, capsula oblonga profunde sulcata, curvata, ferrugineo-floccosa. Cortex vero in utroque profunde cinereus, rugosus.

Rh. Catawbiense Michx. differt foliis glabris superne grosse elevato reticulato-venosis, calycis dentibus distinctis oblongis, et corollis purpurascentibus, sed stamina etiam villosa.

Etiam *Rh. campylocarpum* Hook. f.! non absimile, sed foliis staminibusque glabris, pube glandulosa, calyce 5-lobo, corolla immaculata, capsulis valde curvatis magis diversum.

Frutex 4—10 pedes altus, late valdeque ramosus, cortice rugoso profunde cinereo. Ramuli robusti, pennam anserinam crassi, prima juventute tantum ita ut petioli tomento floccoso albo parcissimo cito evanido adspersi. Gemmae floriferae magnitudine nucis Avellanae, late ovoideae vel ovales acutiusculae, parce puberulae, sub 6—8 seriatim imbricato-squamatae, squamis extimis acutis, interioribus obtusis. Petioli crassi breves. Folia triennia, apice ramulorum approximata, minora rigide, majora tenuius coriacea, vix unquam subtus glabrata, semper tomento tenuissimo, sed tenaci albido vel rubentialbido obtecta et utrinque tenuiter parallele sub 10-costata, superne costis tenuissimis reticuloque densissimo minutissimo impressis instructa perfecteque glabra, 8 pollices (petiolo pollicari) usque longa et 3 lata, vel saepius 7″ : 2″, in alpinis vero interdum tantum 2″ (petiolo 2‴) longa et 8 lineas lata. Corymbus 8—20-florus, floribus in orbem dispositis densiusculis, axi communi sub anthesi semipollicari, fructifera bipollicari, squamis cito deciduis. Pedicelli in parvifoliis vulgo flore breviores, simulque pauciores, in grandifoliis florem aequantes vel subsuperantes, numerosiores, parce tomentosi vel glabri, tenues, fructiferi duplo fere elongati. Calyx florifer distincte etsi levissime 5-dentatus, dentibus brevissimis obtusissimis, fructifer calliformis subobsoletus, uti pedunculi, mox tomentosus mox glaber. Corolla 1—1½ poll. longa, 1—2 poll. lata, aperte campanulata, subobliqua, 5-loba, lobis rotundatis obtusis, tota glabra, alba vel lactea, lobo superiore secus faucem dense viridi punctato. Stamina 10, inaequalia, declinata; filamenta ad medium usque villosa, alba, antherae obovoideae, poro minuto apertae, ochraceae. Stylus declinatus incurvus staminibus brevior, apice crassior, glaber, ovarium dense rufo-tomentosum triplo superans, albus; stigma capitatum 5-lobum flavescens. Capsula calyci marginiformi patulo oblique insidens, late vel anguste oblonga, 7—11‴ longa, 2½‴ crassa, lignosa, 5-sulcata, stylo post dehiscentiam tantum deciduo, pulverulento-tomentosa vel subglabrata, castanea opaca. Semina linealia castanea, appendice utrinque lacera nucleo breviore.

Nomen Donianum minus bonum: capsula vulgo non brevior quam in affinibus. Plantam nostram esse veram Donii e foliis in ejus diagnosi basi rotundatis dictis certissimum videtur, atque praeterea *Rh. Metternichii* tomento ferrugineo nec rubiginoso gaudet, alia vero species affinis in Japonia vix occurrit, vel saltem non tam communis est, ut Donio nota esse possit.

8. **Rh. Keiskei** Miq. Prol. p. 95. — Humile, ramis procumbentibus iteratim di-trichotomis; foliis biennibus coriaceis ellipticis vel rarius ovalibus vel lanceolatis, basi obtusis apice acutis cum mucrone prominente, laevibus opacis, subtus ferrugineo-lepidoto-punctatis; floribus corymboso-umbellatis, nudis, 3—5, pedicellos lepidotos duplo superantibus; calyce brevissimo obsolete dentato margine ciliato corollaeque infundibuliformi-campanulatae tubo lepidoto-punctatis lobis rotundatis; staminibus 10 styloque longiore exsertis; filamentis basi parce puberulis, antheris obovatis; stigmate capitato 5-lobo; capsula lineari-oblonga 5-sulcata lepidota pedunculo breviore.

Hab. in *Kiusiu* prov. Simabara, vulcano Wunzen, inter saxa, medio Majo florens, fine Septembris frf. (ipse); in *Nippon* prov. Owari (Keiske ex Miquel), nec non rarius cultum occurrit in Yedo, fine Martii fl. (ipse).

Japonice audit, ut praecedens, siro sjaku nange, unde forsan concludendum, *Rh. brachycarpum* in *Kiusiu* non occurrere.

Rh. triflorum Hook. f.!, nostro simillimum, distinctum videtur foliis ovato-lanceolatis superne lucidis subtus glaucescentibus, calyce distincte 5-lobo lobis rotundatis, pedicellis longioribus, flore majore, filamentis basi villosis, corollae lobis ovalioblongis, staminibus saepe 8, capsula ovato-oblonga brevi.

Rh. punctatum Andr. differt statura elata erecta, foliis utrinque breve acuminatis glandula apicali haud prominente, calycis eciliati lobis rotundatis, corolla minore, tota lepidota, rosea, lobis ovatis, staminibus styloque aequilongis, inclusis. Capsulam comparare nequeo.

Descriptioni Miquelianae addendum: cortex ochraceo-cinereus, laevis. Folia in speciminibus meis (ultra sexaginta) semper superne glabra, grossiuscule prominenter reticulato-venosa. Gemmae floriferae, praeter marginem squamarum brevissime densissime ciliato-villosum glabriusculae, opacae, acutiusculae, squamae intimae flores fulcientes obovato-oblongae margine niveo-sericeae, cito caducae. Corolla pallide sulfurea, antheris ochraceo-luteis. Capsula linearioblonga, profunde sulcata, parce lepidota, 10 mill. longa, $2^{1}/_{2}$ mill. lata. Semina fusca, appendice brevissima acuta integra.

Expl. fig. tab. 4. *11.* Specimen florens magn. nat. *12.* Calyx cum ovario et stylo. *13.* Stamen, bis a., ut praecedens. *14.* Capsula, m. n. *15.* Semina, 5-es a. *16.* Gemma florifera foliiferis circumdata, adhuc juvenilis et parva, bis a. *17.* Pars laminae folii ab infero, decies aucta.

Sect. Azalea Pl. emend.

Planchon in Rev. hortic. 1854. p. 43. — Sect. Pentanthera et Tsutsuzi p. p. Don. Gen. syst. III. p. 845. 846. — Genus Azalea DC. Prodr. VII. 2. p. 715., excl. speciebus nonnullis.

Gemma terminalis flores tantum fovens, basi gemmis propriis foliiferis circumdata, omnes squamis 4—6 seriatis imbricatis, interioribus sensim longioribus tectae, foliis diminutis persistentibus non fultae. Folia membranacea, rarissime coriacea, annua, omnia jam autumno caduca, rarissime (in *Rh. macrosepalo*) paucis usque ad anthesin persistentibus. Flores ob axim communem punctiformem umbellati. Corolla infundibuliformis, infundibuliformi-campanulata vel campanulato-rotata, rarissime bilabiata. Genitalia valde vel parum exserta. Pubescentia mollis, pilosa, saepe glandulosa.

In hac sectione series duae naturales infra descriptae comprehenduntur, quarum prima species tantum Japoniae et Chinae proprias amplectitur, secunda vero iterum dividitur in alteram Americanam: corolla infundibuliformi tubo elongato, limbo 5-lobo, genitalibus saepissime longe exsertis; species *boreali-americanas* cum una *pontica* exhibens, et alteram Japonico-Sinensem: corolla infundibuliformi-vel rotato-campanulata, tubo brevi,

limbo quinquefido, rarissime bilabiato, staminibus corollam vix superantibus, e speciebus *Sinicis*, *Japonicis* atque unica boreali-*Americana* (*Rh. Rhodora* Sweet) compositam.

CLAVIS SPECIERUM ASIATICARUM.

1. Flores praecoces, tegmentis imbricatis serius deciduis circumvallati. Conf. ad 2.
Fl. praecoces vel subcoaetanei, tegmentis nullis vel intimis paucis aequilongis superstitibus fulti. Conf. ad 5.
2. Pentandrum, corolla immaculata, ovario breve glanduloso, folia late ovata, juvenilia parce pilosa, calyx truncatus.......................... *Rh. dilatatum.*
Decandra. 3.
3. Folia juvenilia parce pilosa, cor. immaculata purpurea.................. *Rh. rhombicum.*
Fol. juven. copiose longe pilosa, corolla maculata. 4.
4. Fol. membranacea, apice ramorum bina. Tegmenta mucronata tomentosa. Pubes grisea.. *Rh. Weyrichii.*
Fol. coriacea, apice ramorum terna. Tegmenta rotundata parce pubera. Pubes rufa *Rh. Farrerae.*
5. Corolla extus glabra. Pubes plus minus glandulosa. 6.
» » pubescens. Pubes simplex. Stamina 5.................... *Rh. Sinense.*
6. Corolla bilabiata[1]; calyx breve 5-lobus. Stam. 10. Fol. et flores parvi..... *Rh. Rhodora.*
Corolla 5-fida[1]), flores ampli. 7.
7. Stamina 10 declinata, valde inaequalia. Corolla rotato-campanulata. 8.
» 5, corolla infundibuliformi-campanulata. Calyx laciniis linearibus longissimis.. *Rh. macrosepalum.*
8. Folia late obovata integra. Corolla intus subglabra...................... *Rh. Schlippenbachii.*
Fol. elliptica ciliato-serrulata. Corolla intus villosa..................... *Rh. Albrechti.*

Series 1. Flores basi squamis imbricatis subpersistentibus circumvallati, praecoces. Corolla aperte campanulata. Folia basi latiora, apice ramorum conferta, horizontali-patentia.

9. Rh. Farrerae Tate in Sweet. Br. Fl. G. ser. II. t. 95 (1831). — Don. l. c. p. 846. — Pl. l. c. p. 64. — *Az. squamata* Lindl. in Journ. hort. soc. I. p. 152. et in Bot. reg. XXXIII. t. 3 (1847). — Benth. Fl. Hongk. p. 201. — Humile ramosissimum; foliis e gemmis propriis ad basin gemmae floriferae sitis, apice ramorum per tria approximatis et patentibus, late vel rhombeo-ovatis acutis, juvenilibus superne longe denseque rufo-pilosis, adultis glabratis rigide coriaceis subtus glaucis elevato-reticulatis, utrinque sub-4-costatis; floribus 1—2 e gemma propria ejusque tegmentis imbricatis fultis, pedunculis brevibus subexsertis calyceque obsolete 5-dentato rufo-villosis; corolla aperte campanulata 5-fida lobis ovatis superioribus fauce maculatis; staminibus 10; ovario rufo-villosissimo; capsula...

E *China* a. 1829 Angliam introduxit Farrer, serius e montibus insulae Honkong Fortune, ibidemque sponte crescens vulgare collegerunt Champion, Wright!, alii.

1) Occurrit bilabiata rarius etiam in *Rh. macrosepalo* et *Rh. Sinensi.* Primum calyce longissimo, secundum pube simplici, praeter habitum, statim dignoscendum.

Gemmae elongato-ovoideae squamis 4—5-seriatis, orbiculatis, vix apice apiculatis, dorso parcius pubescentibus. Folia cum petiolo brevi $1\frac{1}{2}$ poll.: 1″ lat. Corolla pallide lilacina vel albido-rosea, diametro ultra sesquipollicaris.

10. Rh. Weyrichii n. sp. (*Azalea*) Robustum crassirameum; foliis e gemmis propriis ad basin floriferae sitis, apice ramorum per bina confertis suboppositis horizontaliter patentibus, distincte petiolatis rotundato-ovatis subrhombeisve acutis basi cuneatis, novellis subtus pubescentibus superne longe griseo-pilosis, adultis glabratis subtus pallidioribus minute impresso-reticulatis atque utrinque elevato 5—6-costatis, membranaceis; floribus e gemma propria binis, basi tegmentis imbricatis mucronatis villoso-tomentosis fultis; pedunculis brevibus inclusis calyceque obsolete 5-dentato cum ovario fusco villosissimis; corolla subinfundibuliformi-campanulata 5-fida lobis ovalibus superioribus fauce maculatis; staminibus 10; capsula...

Hab. in *Japoniae* archipelago Gotto, insula sylvestri[1]), in fruticetis ad montium latera (specc. 3 flor., Dr. Henr. Weyrich! 1853); in ins. Kiusiu prope Nagasaki (ster., Oldham! № 511).

A praecedente optime differt crassitie ramorum, foliis apice ramorum suboppositis neque subternis multo majoribus (4″ : 3″) longius petiolatis, membranaceis, griseo-nec rufopilosis, impresso nec elevato-, minute neque grosse reticulatis, crebrius costatis, gemmis triplo majoribus dorso villoso-tomentosis, corollae tubo longiore ceterisque. A sequente dignoscitur etiam magnitudine omnium partium, gemma florifera duplo crassiore villoso-tomentosa, petiolis longioribus (ad $\frac{3}{4}$ poll.) pedunculis calyceque villosis, corollae majoris (2″) tubo longiore, fauce maculata.

Expl. fig. tab. 2. Fig. *1*. Spec. florens magn. nat. *2*. Anthera a facie et a latere, m. ter aucta. *3*. Pedunculus cum calyce, germine et basi styli, vix a. *4*. Stigma. *5*. Pili paginae superioris folii junioris, $^{15}/_{1}$ auct. *6*. Gemma florifera cum una foliifera, foliis involucrantibus abscissis, m. nat.

11. Rh. rhombicum Miq. Prol. p. 96. — Rgl. Gartenfl. 1868. p. 225. t. 586. (mediocris, colore florum sordido). — *Tsurugone tsutsusi* Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 34. in nota ad *Rh. dilatatum* — *Rh. reticulatum?* Don l. c. p. 846. — Elatum ramosissimum ramulis tenuibus; foliis e gemmis propriis ad basin floralis sitis, apice ramorum ternatim confertis, late rhombeis acutis, juvenilibus superne parce griseo-pilosis, subtus parce puberulis mox glabratis, adultis subcoriaceis subtus pallidis, minute impresso-reticulatis utrinque elevato-subquadricostatis; floribus 1—2, e gemma propria, basi squamis imbricatis dorso pubescentibus cinctis; pedunculis brevibus subinclusis pilosis; calyce breviter 5-lobo ciliato; corolla aperte campanulata ultra medium 5-fida lobis ovalioblongis, fauce non maculatis; staminibus 10; capsula ovoideo-oblonga obsolete sulcata opaca griseo-villosa.

---

1) Fide collectoris una ex insulis majoribus obtecta est arboribus, altera fruticibus sparsis. In utraque paucas species collegit mihique dedit beatus amicus, tunc in navi Rossica medicus.

Hab. in *Nippon* mediae jugo Hakone, in cacumine altissimi montis Ftango, inter frutices, fine Octob. frf., in *Kiusiu*, in viciniis Nagasaki, in m. Yuwaya, altit. circa 2500 ped., in umbrosis frequens, medio April. flor. incip.; nec non in m. Zidsi eadem circiter altitudine, frequens in fruticetis, init. Maji subdeflorescens. Petropolin introduxi 1863, ubi nunc quotannis floret.

Japonice nomine optimo mitsuba tsutsusi, nempe Azalea triphylla, salutatur.

Frutex robustus, in *Hakone* usque 6 pedes altus, trunco crassissimo fere pedali, ramis squarroso-approximatis, in *Kiusiu* usque 8-pedalis, virgato-ramosissimus, ramis tenuibus subflexuosis, florere incipiens *Rh. daurico* non parum accedens, sed magis multiflorus floribusque majoribus et speciosioribus. Folia ad summum $2\frac{1}{2}''$: $2''$, in alpina $2''$: $1\frac{1}{2}''$ vel $1\frac{1}{2}''$: $1\frac{1}{2}''$, petiolo 1—2-lineali. Corolla ultra pollicaris, lobis binis profundius partitis, amoene profunde rosea, immaculata, decidua in singula petala facile soluta. Stamina jam sub anthesi facile cadentia, ita ut flores saepe quasi pentandri appareant, rosea, antheris pallide ochraceis. Stigma album. Capsula 3—4 lin. longa, fuliginosa.

Species haec a me a. 1865 sub nomine *Rh. dilatati* Miq. distributa fuit, quo sub nomine etiam a Miquelio in Prol. Fl. Jap. p. 360. et nuperrime in Catal. mus. Lugd. bat. I. p. 63. enumeratur, mea sub fide, uti videtur, recepta, neque amplius investigata. Descriptiones quam *Rh. rhombici* tam *Rh. dilatati* apud auctorem specierum ad specimina manca facta sunt, et vereor, ne alterutrius et forsan imo *Rh. Weyrichii* specimina partim confuderit auctor. Equidem differentiam utriusque in forma foliorum et pube ovarii apud Miquel bene descriptis quaesivi, cetera vero ad exemplaria mea (60) magis completa descripsi. Si erravi, ill. auctor me corrigat.

12. Rh. dilatatum Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 34., et in Prol. Fl. Jap. p. 96. — Ramis tenuibus virgatis; foliis apice ramulorum ternatim approximatis patentibus distincte petiolatis late ovatis breviter acuminatis basi rotundatis, novellis parce pilosulis, adultis glabris subtus pallidis reticulatis utrinque 3—4-costatis; floribus praecocibus 1—2 e gemma propria ortis, basi tegmentis imbricatis obtusiusculis dorso subsericeis fultis, exserto-pedunculatis; pedunculo calyceque truncato brevissime glanduloso-pilosis; corolla aperte campanulata, ultra medium 5-fida, lobis ovalirotundatis fauce immaculatis; staminibus 5!; ovario glanduloso; capsula...

Hab. in *Japoniae* (Siebold defl. leg. ex Miquel l. c.) provincia Senano, in fruticetis ad latera collium (flor., foliis valde juvenilibus, Tschonoski, 1864).

A proximo *Rh. rhombico* Miq. praesertim staminibus 5, pubescentiae indole et foliorum longius petiolatorum forma distinguendum. Folia in meis speciminibus numerosis omnia adhuc complicata, quae humectata explanavi exacte formam a Miquelio postulatam monstraverunt, adulta ex Miquel $1\frac{3}{4}''$ usque longa, et hac ratione adhibita ex forma juvenilium circiter $\frac{3}{4}''$ demum lata. Flores quam in *Rh. rhombico* majores, fere 2 poll., longius pedunculati. Corolla purpurea, ceterum similis, sed stamina constanter 5.

*

Series 2. Squamae imbricatae exteriores incipiente anthesi deciduae, intimis elongatis membranaceis tantum superstitibus floresque fulcientibus. Folia saepissime apice rarius medio, nunquam basi latiora.

a. Americana (cum 1 *Pontica*).

Corolla infundibuliformis tubo elongato limbo brevi lobis acutis. Genitalia saepissime longe exserta.

Huc *A. pontica* L. et omnes *Azaleae* auctorum *Americanae*, arcte inter se affines atque per culturam arctius adhuc intermixtae, bonis signis differentialibus hucusque nondum satis distinguendae, hic omissae.

b. Asiatica (cum unica *Americana*).

Corolla rotata vel campanulata tubo brevissimo vel brevi limbo amplo 5-fido vel rarius bilabiato lobis vulgo obtusis vel in una specie longe acuminatis. Genitalia vix exserta.

Rh. Rhodora Don l. c. III. p. 848. — *Rhodora Canadensis* L. Cod. № 3086. — DC. Prodr. VII. 1. p. 719. — A. Gray. Man. bot. North. U. S. p. 300.

Hab. in civitatibus orientalibus reipublicae *Boreali-Americanae*, a Pennsylvania boream versus (A. Gray): Nova Anglia! (Massachusets!), nec non in *Canada* (DC.) et *Terra Nova!*

Species haec ope *Rh. macrosepali* et *Rh. Sinensis* formae labiatae, *Rh. linearifolii*, et *Rh. Indici* monstrositatibus corolla partita instructis jungitur cum speciebus hic descriptis, ita ut omni jure a Donio inter *Rhododendra* enumeretur, sed me judice sectionem propriam hodie non amplius constituit. Habitu sat simile est *Rh. Sinensi* Sweet, quocum foliis bene convenit, sed omnibus partibus triplo minus, folia oblonga, capsulae respectu plantae maximae, elongato-oblongae leviter sulcatae. Corolla variat plus vel minus divisa. Est quasi forma depauperata *Rh. Sinensis*, *Americae* propria. Notandum enim, me in speciebus *Asiaticis* supra laudatis corollam bilabiatam observasse rarissime quidem, attamen semper in speciminibus debilibus parvulis. Divus Linnaeus, qui plantam non viderat semelque tantum fide Duhamelii receperat, postea vero perperam excludebat, ait: «bonus vir (Duhamel) sine dubio habuit plantam monstrosam». Et talis profecto est inter Rhododendra, proprii generis dignitate non digna.

13. Rh. Sinense Sweet. Brit. Fl. G. III. t. 290. — *Az. sinensis* Lodd. bot. cab. IX. t. 885. (1824). — Maxim. in Suppl. ad ind. sem. h. Petrop. 1869. p. 11. — *A. mollis* Bl. Bijdr. p. 853. (1826). — Rgl. Gartenfl. 1867. p. 289. t. 556. — *Rh. molle* Sieb.! et Zucc. Fl. Jap. fam. nat. II. p. 131. in Abh. Bayr. Akad. IV. — Miq. in Ann. Mus. Lugd. bat. I. p. 33. et Prol. Fl. Japon. p. 96. — *A. Japonica* A. Gray. On the bot. of Japan p. 400. in bot. mem. extr. from Mem. Amer. Acad. VI. (ex descr.). — *Rjuku Tsutsusi* fl. languide luteo et fl. igneo. Kaempf. Amoen. exot. p. 848. — Ramis novellis pedunculis petiolisque setoso-pilosis; tegmentis obtusissimis longe mucronatis margine breviter sericeis; foliis erecto-patulis oblongo obovatis oblongo-ellipticisve obtusis glandu-

loso-apiculatis, membranaceis, parce pilosis subtusque breviter puberulis pallidis, utrinque sub-10-costatis, costis patulis parallelis subtus distinctissime prominentibus; floribus subpraecocibus 5—10 umbellatis longe pedunculatis; calycis ciliati laciniis vulgo ovatis; corollae infundibuliformi-campanulatae extus dense puberulae ad medium 5-fidae lobis ovaliellipticis; staminibus 5 stylo vix brevioribus; capsula ovoideo-oblonga profunde sulcata parce setosa lucida.

Hab. in *Japoniae* insulis *Nippon*, ad latera vulcani Fudsi alibique in alpibus, et *Kiusiu* principatu Simabara et Higo variis locis, in fruticetis montium altiorum, ubique rarius. Colitur ubique in hortis, e Hakodate v. gr. attulit Albrecht!. Floret Majo, semina matura initio Novembris. — In *China* boreali (Fortune! a. 1845. A. 26), unde cultum ante a. 1824 in *Anglia*, ubi a Loddiges, et in *Java*, ubi a Blumeo descripta fuit. Reintroductum a me e *Japonia* a. 1863.

Japonice: oho tsutsuzi i. e. Azalea magna.

Occurrit floribus lutescentibus, frequenter, vel flammeis, rarius. Corolla usque 3-pollicaris.

Praeter praecedens, cui quoad folia non absimile, speciebus hujus seriei parum affine, sed habitu simillimum est *Rh. flavo* Don (*Az. Ponticae* L.), quod tamen corollae forma et pube statim differt, atque praeterea foliis oblongis acutis, capsula leviter sulcata facile distinguendum.

Descriptionem fusiorem invenies apud Maxim. l. c.

Habui semel individuum depauperatum hujus plantae corolla bilabiata instructum, labio superiore trifido inferiore bipartito, vel labio superiore hinc partito duabus laciniis altius connatis bifidis.

14. Rh. Schlippenbachii Maxim. in Bull. de l'Acad. d. sc. de St. Pétersb. XV. p. 226., unde etiam in Mél. biol. tirées du Bull. VII. p. 333. — Ramis novellis glanduloso-pilosis adultis glabris; tegmentis obtusissimis cum apiculo, margine sericeis; foliis apice ramorum per quina approximatis patentibus, amplis, late obovatis emarginato-obtusissimis cum apiculo, margine integerrimo ciliatis, superne parce pilis mox evanidis adpressis adspersis, subtus pallidis ad nervos pilosis atque secus costam mediam saepe cinereo-tomentosis, costis patulis parum prominulis utrinque subsenis; floribus praecocibus vel subpraecocibus umbellatis; pedunculis glanduloso-pilosis calyce parum longioribus subinclusis; sepalis ovalibus glanduloso-ciliatis; corollae rotato-campanulatae tubo brevissimo lobis ovatis; staminibus 10 declinatis, superioribus sensim usque duplo brevioribus; stylo basi glanduloso-piloso stamina superante; capsula oblonga vel ovato-oblonga subesulcata obsolete glanduloso-hispidula opaca, calycem 2—3-love superante.

Hab. in *Mandshuria* Rossica ad fines Koreae, circa sinum Possjet, in declivibus litoris subumbrosis, inter frutices, frequens (ipse frf., Nasimoff flor.); in *Koreae* litore orientali, ubi primus detexit lib. baro a Schlippenbach flor. a. 1853; in *archipelago Koreano*

(Oldham! a. 1863. № 510., fr. nond. mat.), nec non in *Japonia*, ubi ex urbe Yedo cultum habui, forsan e Tsu-sima introductum, medio Aprilis flor., init. Novembris frf. In Mandshuria floret medio Majo.

Japonice apud hortulanos Yedoenses: kurofune tsutsusi.

Frutex tripedalis, dense ramosus et frondosus. Folia inter Azaleas maxima (usque 4″ : 2″), apice ramorum quinatim aggregata, in rotae quasi modum subhorizontaliter patentia (unde Japonensibus etiam Azalea rotata salutatur), pallidius viridia, subtus multo pallidiora, apice truncato-rotundata, glandula dilatata (ut in sequente) apiculata. Flores ampli, corollae diametro usque 3-pollicari, lobis obtusis subemarginatis, superioribus ad basin maculis fuscis pictis, colore ceterum albo lilacino suffuso. Filamenta basi parce puberula. Antherae ochraceae, superiorum una alterave dimidio brevior atque subangustior. Stigma 5-lobum viride, stylo truncato albo impositum illoque angustius.

Species sui juris, sequenti magis adhuc affinis quam praecedenti, etsi foliorum forma huic propior videatur.

Expl. fig. tab. 2. Fig. *7.* Specimen florens, flore dextro a me ad vivum delineato, mag. nat. *8.* Anthera a latere et a facie, m. ter aucta. *9.* Stigma parum auct. *10.* Folium adultum a dorso. *11.* Capsula matura. *10. 11.* m. nat. *12.* Lobus calycis, ad pubis characterem intelligendum, $^5/_1$ a. Pili unicellulares, cellula apicali succo opaco repleta. *13.* Gemma florifera. m. nat.

15. Rh. Albrechti Maxim. l. c. p. 227. et in Mél. biol. p. 335. — Ramis flexuosis gracilibus, novellis crispe subviscide pilosis; tegmentis rotundatis obtusis parce subsericeis vel glabris; foliis apice ramorum per quina confertis patentibus membranaceis late ellipticis obovato-ellipticis vel rarius oblongis acutis, glandula dilatata apiculatis, ciliato-serrulatis superne adpresse parceque pilosis, subtus secus nervos parce pilosis atque incano-tomentosis pallidioribus; floribus subcoaetaneis umbellatis; pedunculo exserto crispe calyceque brevissime 5-dentato longe paleaceo-piloso; corollae rotato-campanulatae tubo brevissimo lobis obovatis rotundatis, fundo intus! rariusque filamentis ad basin villosis; staminibus 10 declinatis arcuatis superioribus duplo omnibusque stylo brevioribus; capsula pedunculo breviore late ovoidea breve acuminata leviter sulcata dense glanduloso-pubescente opaca.

Hab. in *Japoniae* insulis *Yeso*, circa sinum Volcanorum, prope Nodafu, in valle subalpina (Albrecht! flor. 1862, ipse frf. 1861); et in promontorio rupestri sylvestri prope Todo-hi-ki, in consortio *Rh. brachycarpi* Don (ipse), nec non in *Nippon* borealis principatu Nambu, in subalpinis, et mediae tractu Senano, in alpibus (flor., Tschonoski!). Fine Maji florens, initio Octobris fructibus maturis.

Frutex altior, at miserior quam praecedens, cui ob corollae formam evidenter affinis. Folia vulgo minora, sed occurrunt 4—5″ longa, $1^1/_2$—2″ lata, subconcolora intense viridia, apice ramorum more praecedentis disposita. Corolla diametro ultra bipollicaris, purpurea, subimmaculata, lobis vulgo emarginatis. Capsula 5—7-linealis, 3‴ crassa.

Expl. fig. tab. 2. Fig. *14*. Specimen florens cum fructu anni praecedentis, m. nat. *15*. Anthera a facie et a latere, ter auct. *16*. Pistillum cum calyce et parte pedunculi, vix auct. *17*. Dens calycinus cum pilis aridis capitellatis 1-cellularibus, $^{10}/_1$ a. *18*. Pars marginis folii cum ciliis et serraturis, $^{10}/_1$ a. *19*. Semina, $^{15}/_1$ a. *20*. Gemma florifera, m. nat.

16. Rh. macrosepalum Maxim. l. c. p. 228. et in Mél. biol. l. c. — Maxim. in Rgl. Gartenfl. 1870. c. tab. (mox edenda). — Humile, miserum; ramis novellis atque anni praecedentis foliisque pube grisea molliter setosa patente dense pilosis; foliis subcaducis innovationum elliptico-lanceolatis breve acuminatis erecto-patulis, autumnalibus obverse lanceolatis minoribus subrecurvo-patentibus ad ramulorum apices aggregatis, omnibus intense viridibus subconcoloribus membranaceis, costis arcuatis superne rugoso-impressis; tegmentis oblongis persistentibus!; umbellis plurifloris coaetaneis; pedunculis elongatis exsertis calycibusque aequilongis dense glanduloso-pubescentibus; laciniis calycinis linearibus vel lanceolato-linearibus longissime acuminatis sinus corollae superantibus; corollae infundibuliformi-campanulatae tubo brevi laciniis oblongis vel rarius corolla mox regulariter 5-partita! mox bilabiata! labio superiore trifido inferiore bipartito, laciniis lanceolato-linearibus subpatentibus; staminibus 5; capsula attenuato-ovata glanduloso-pubescente, calyci duplo triplove longiori erecto inclusa.

Hab. in *Nippon* mediae alpe altissima Nikkoo, unde advecta individua duo in hortulo meo colui atque observavi, quae vero Europam missa interierunt in itinere. E seminibus tamen eodem loco collectis educata prostant specimina numerosa, nunc primum florentia.

Frutex sponte enatus miser, vix ultra pedalis, pauciramosus, cultus florifer similis, sed post inflorescentiam e basi trunci prolem numerosam ramorum emittens. Folia non parum illis *Rh. ledifolii* similia et subaequimagna, sed tenuiora, rugosiora et magis patentim pubescentia, ante anthesin non omnia caduca, sed suprema ramos terminantia, vernalibus innovationum inferioribus subdissimilia, obverse lanceolata nempe, persistentia, subreflexo-patentia. Gemmae floriferae clausae quoad tegmentorum series atque formas nondum rite observatae. Sub anthesi tamen circulus tegmentorum subquinque oblongorum obtusorum flores fulcit, atque post flores caducos diutius persistit, intermixtis numerosis filiformibus tenuissime membranaceis, inter flores dispositis citoque cadentibus. Umbellae ad 6—8-florae. Corolla quoad formam omnino sectionis Tsusiae, diametro 2—2½-pollicaris, extus glabra, rarissime parce glanduloso-puberula!, pallide roseo-lilacina, lobis summis basi parcius purpureo-maculatis. Capsula etiam sectionis *Tsusiae* magis quam *Azaleae*.

β. rhodoroides. — Corollae partitae laciniis lanceolato-linearibus, regulariter vel in labia duo dispositis, labio superiore trifido inferiore bipartito.

Huc specimen a me in *Japonia* cultum, quod a. 1863 flores bilabiatos, a. 1864 vero regulares protulerat.

Etsi specimina numerosa, vere nuper florifera, e seminibus enata, omnia corollas regulares emiserint, similitudo tanta aderat inter haec omnia atque supra laudata spontanea, ut praeter corollae formam identica declarari debeant, nam imo corollae color et maculae perfecte eadem.

Species mirabilis, inter sect. *Azaleam* et *Tsusiam* ambigua, more crescendi atque florendi priori adnumeranda, signis diagnosticis vero posteriori, et quidem *Rh. ledifolio* Don. et *Rh. linearifolio* Sieb. et Zucc. appropinquanda, corolla dimorpha vel imo trimorpha quam maxime memorabilis; docet enim *Rhodorae* genus non amplius servandum esse. — Differunt ceterum *Rh. ledifolium* Don. statura elata, umbellis 1—3-floris, staminibus 10, capsula apice truncata, pube rigidiore rufa patula, *Rh. linearifolium* S. et Z. vero pube praecedentis, pedunculis brevibus inclusis, foliis laciniisque corollae 5-partitae linearibus acuminatissimis.

Nota. Adest forsan adhuc alia species hujus sectionis in *Japonia*. Prostant nempe specimina nonnulla in horto botanico Petropolitano, e seminibus Tschonoskianis enata, nulli e speciebus enumeratis commode subjungenda, etsi *Rh. Farrerae* Tate vel *Rh. rhombico* Miq. similia. Sed fruticuli hucusque nondum pedales, etiam anno sequente vix adhuc florituri. Folia subrhombeo-elliptica vel rhombeo-ovalia, utrinque mox acuta, mox obtusiuscula, impresso-reticulata, parce breviter pubera, subtus glauca.

Sect. Tsusia Pl.
emend., excl. spec. nonnullis.

Rhododendron, sect. *Tsutsusi* p. p. Don. Gen. syst. III. p. 845. — *Azaleae* species nonnullae et *Rhod.* sect. *Tsutsusi*, excl. *Rh. albifloro* Hook. DC. Prodr. VII. 2. p. 718 et 726.

Gemmae terminales, flores et folia simul foventes, squamis pauciseriatis (seriebus sub 3), exterioribus vix brevioribus obtectae, foliisque nonnullis diminutis spathulatis ultra anthesin persistentibus fultae. Folia membranacea vel coriacea, annua, rarissime jam ante flores evolutos decidua, plerumque pro parte saltem per hiemem persistentia. Pubes setoso-paleacea, interdum glandulosa, nunquam floccoso-lanata nec lepidota. — Species *Chinae* et *Japoniae* propriae.

Clavis specierum.

1. Corolla intus glabra. Conf. ad 2.
   » » villosa. . . . . *Rh. Tschonoskii.*
2. Pubes glandulosa simplici intermixta. 3.
   » » nulla. 6.
3. Corollae partitae segmenta foliaque longe linearia acuminata. . . . . . . *Rh. linearifolium.*
   Corolla 5-fida[1]), folia ad summum lanceolata. 4.

---

1) Rarissime monstrose partita, laciniis tunc obtusis.

4. Folia cuspidato-acuminata regulariter 8—10-costata coriacea....... *Rh. Championae.*
Folia acuta inaequaliter paucicostata. 5.
5. Molliter longeque badio-pilosissimum, folia ovalia................ *Rh. Oldhami.*
Rufescenti-setosum. Folia lanceolata.......................... *Rh. ledifolium.*
6. Folia aequaliter 5—10-costata, acuminata, tegmenta glutinosa. 7.
Folia inaequaliter 3—5-costata, tegmenta non viscida 8.
7. Folia cuspidato-acuminata subtus sericea. Stamina 5............. *Rh. Seniavini.*
Folia simpliciter acuminata vel acuta, subtus ad nervos strigosa. Stamina 10.. *Rh. sublanceolatum.*
8. Flores pedunculati. 9.
» subsessiles minuti, stamina 5.......................... *Rh. serpyllifolium.*
9. Stamina corolla glabra parum vel non longiora.................. *Rh. indicum.*
» » ciliata duplo saltem longiora..................... *Rh. macrostemon.*

17. Rh. Championae Hook. in bot. mag. 4609. — Benth. Fl. Hong. p. 200. — Ramis dichotomis novellis, petiolis, pedunculis, calyce fructuque pilis longis rigidis glandulosis hispidis; foliis apice ramorum per anthesin perennantibus coriaceis late lanceolatis cuspidato obtuse acuminatis, tenuiter 10—12-costatis, superne glabris, dense impresso-reticulatis, subtus ad marginem venasque piloso-scaberrimis; tegmentis glutinosis; floribus 4—6 fasciculatis breviter pedunculatis; calycis laciniis inaequalibus linearibus hispidis; corollae campanulatae 5-fidae tubo brevi, laciniis 3 superioribus rotundatis, inferioribus 2 oblongo-ovalibus; staminibus 10 corollam circiter stylumque aequantibus; antheris oblongis; capsula lineari acuminata calycem quintuplo superante.

Hab. in valleculis insulae *Hongkong* (Champion, Wright, ex Bentham). — Corolla pulchre rosea.

Specimina ipsa non vidi, descriptio facta est ad descriptiones iconemque citatas. Huc sine ullo fere dubio collocandum jam ob affinitatem cum sequente.

Planta speciosa, foliis floribusque pro sectione magnis. — Champion (in bot. mag. l. c.) dicit, capsulam (quoad formam jam valde paradoxam) a basi ad apicem dehiscere, valvis ex apice axeos pendulis, quod si ita esset species vix in genere servanda, sed Bentham, qui etiam fructum vidit, de dehiscentia omnino silet; anne igitur hic error Championi, qui forte placentas (demum a basi axeos in plerisque speciebus solutas) pro valvis sumserat?

18. Rh. Seniavini n. sp. (*Tsusia*) ramis di-trichotomis novellis petiolisque adpresse strigosis; foliis apice ramorum per anthesin perennantibus coriaceis margine revolutis petiolatis late lanceolatis acute in cuspidem acuminatis tenuiter 8—10-costatis, superne glabris dense impresso-reticulatis, subtus (novellis totis), ita ut pedunculi, calyces ovariaque, dense longeque adpresse rufo-sericeo-strigosis; tegmentis exterioribus villoso-strigosis intimis glutinosis; floribus 3—6 fasciculatis, ante innovationes prodeuntibus, breviter pedunculatis; calycis brevissimi laciniis rotundatis; corolla infundibuliformi-campanulata 5-fida, tubo brevi, laciniis 3 superioribus rotundatis, inferioribus 2 oblongo-ovalibus; antheris oblongis; stylo stamina 5 longe exserta superante.

Hab. in *China australiori*, loco speciali non adnotato (Seniavin plura specimina florentia collegit, in herb. Fisch. servata).

Videtur *Rh. Championae* Hook. ita fere affine ut *Rh. indicum* L. *Rh. ledifolio* Don., foliorum forma, reticulatione et magnitudine, tegmentis glutinosis, corollae conformatione simile, pube non glandulosa densissima, floribus triplo minoribus, staminibus 5 exsertis, calyce brevissimo bene diversum. — Capsula adhuc ignota. Stigma 5-lobum.

Tab. 3. fig. *21*. Specimen florens magnitudine naturali. *22*. Pedunculus cum calyce, ovario et stylo. *23*. Stamen, magnitudine ter auctum, ut praecedens. *24*. Gemma terminalis, demtis foliis fulcientibus, magnitudine naturali, ex alio specimine.

19. Rh. Oldhami n. sp. (*Tsusia*) totum setis longis mollissimis atque pube tenera breviore glandulosa badio-villosissimum, sempervirens; ramis elongatis debilibus a basi dense foliosis; foliis membranaceis breve petiolatis late ellipticis vel ovato-ellipticis utrinque acutis apice mucrone longiusculo glanduloso apiculatis, utrinque indistincte sub-5-costatis; floribus terminalibus subternis cum innovationibus ortis; pedunculo calycem 5-partitum laciniis lanceolatis longissime acuminatis aequante; corollae infundibuliformi-campanulatae tubo calycem vix superante; staminibus 10 corollam subaequantibus; antheris...; ovario glanduloso-setoso.

Hab. in insula *Formosa*, prope *Tamsuy* (Oldham! 1864. № 212, subdefl.).

Affine tantum *Rh. ledifolio* Don., sed pubescentia, ramis longissimis debilibus foliosis foliorumque forma diversissimum. — *Rh. Championae* Hook. abhorret pube rigida uniformi breviore parciore, foliis coriaceis reticulatis, forma alienis, calyce, tegmentis viscosissimis.

Rami ultra pedales, novelli hirsutissimi. Folia $2\frac{1}{2}''$: $1\frac{1}{4}''$, petiolo 3-lineali, mucrone apicali 1 mill. longo. Corolla circa $1\frac{1}{2}$ pollicem longa, ex sicco, uti videtur, coccinea vel purpurea, lobis ovalibus. Antherae desunt, floresque male exsiccati et conservati, ita ut ampliora non suppetant.

20. Rh. linearifolium Sieb.! et Zucc. Flor. Jap. fam. nat. II. p. 131. in Abh. Bayr. Akad. IV. Abth. III. — Miq. Prol. p. 97. — *Azalea linearifolia* Hook. in bot. mag. t. 5769. (nimis decora). Humile, sempervirens, verticillato-ramosum, totum pube rufa setosa hirsutissimum, ad pedunculos calycesque glanduloso-pilosum; foliis apice ramorum aggregatis petiolatis linearibus utrinque longe acuminatis acutissimis, indistincte brevissime utrinque sub-10-costatis; tegmentis subulatis cito caducis; floribus 1—3; pedunculo calycem 5-partitum laciniis linearisubulatis erectis aequante; corollae ad basin 5-partitae laciniis lineari-lanceolatis longe acuminatis patenti-recurvis calycem duplo superantibus; staminibus 5 stylo longioribus corollam vix aequantibus; ovario hispidissimo; capsula...

Hab. in *Japoniae* (Siebold! flor.) ins. *Nippon* borealis provincia *Sendai*, in alpibus, unde Yedo introductum et raritatis causa cultum (sterile, et autumno iterum florens habui), nec non *Kiusiu* prov. *Simabarae* vulcano *Wunzen*, unde Miaco et Nagasaki, nunc etiam

Europam, introductum (init. Aprilis florens). Hic japonice a loco natali Wunzen-tsutsusi, illic Sendai-tsutsusi audit.

Ex affinitate *Rh. ledifolii* Don. et *Rh. macrosepali* Maxim., sed ab utroque diversissimum.

21. Rh. sublanceolatum Miq. Prol. p. 95. — *Rh. Indicum var. sinensis* Buerger ex Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 33. — Dense ramosum atroviride, ramis di-trichotomis, novellis foliisque subtus ad costam setoso-villosis; foliis sub anthesi perennantibus subcoriaceis manifeste petiolatis lanceolatis elliptico-lanceolatisve utrinque acutis atque 6—8-costatis, costis parallelis rectis, superne impresse reticulatis parce adpresso-pilosis demum glabratis; tegmentis umbellam trifloram fulcientibus ovalibus medio dorso dense setosis totisque glutinosis serius cadentibus, pedunculo rufo-setoso-villoso calycem patulum setoso-ciliatum lobis ovatis duplo superante; corollae amplae infundibuliformi-campanulatae ad medium 5-fidae tubo brevi, laciniis ovalibus obtusis; staminibus 10 (9) inclusis stylo glabro brevioribus; antheris obovoideis basi mucronulatis; capsula ovoidea attenuata apice truncata hispida, calycem triplo superante.

Hab. verosimiliter in *China*. Colitur in *Japonia* (Yedo, Nagasaki), Aprili et Majo florens, autumno fructiferum. — Introduxi Petropolin a. 1864, sed hucusque non florebat.

Hortulanis japonicis sub nom. to tsutsusi, i. e. Azalea chinensis, notum est.

Valde affine *Rh. ledifolio* Don., attamen diversum videtur foliis magis coriaceis glabratis, costis parallelis rectis numerosioribus, tegmentis calycibusque subcoriaceis, corollis minus apertis intense sanguineo-coccineis, atque pube eglandulosa, convenit vero magnitudine florum et foliorum (si specc. Rh. ledifolii grandifolia respicis).

Nota. Rh. puniceum Pl. l. c. p. 61. — *Az. punicea* Sweet in Poit. Ann. de Fromont (1829) p. 102. 104. — *Rh. phoeniceum* Don. gen. syst. III. p. 846 (1834) et in Sweet. Brit. Fl. G. ser. II. t. 385. — *Az. ledifolia β. phoenicea* Hook. in bot. mag. t. 3239. — *Az. Indica calycina* Lindl. in Paxt. Fl. G. II. t. 70. — *Rh. calycinum* Pl. l. c. p. 65. praecedenti simillimum, sed calycem habet parce glandulosum laciniis linearibus, et folia *Rh. ledifolio* similiora. Anne igitur hybridum inter hanc et praecedentem speciem?

22. Rh. ledifolium Don. Gen. syst. III. p. 846. — Pl. l. c. p. 48. — DC. Prodr. VII. 2. p. 727., excl. var. β. (*Rh. puniceo* Pl.). — *Az. ledifolia* Hook. in bot. mag. t. 2901. — *Az. Indica alba* Lindl. bot. reg. t. 811. — Lodd. bot. cab. t. 1253. — *A. mucronata* Bl. Bijdr. 853. (ex Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 34.) — *Rh. mucronatum* G. Don l. c. — *Rh. Burmanni* Don l. c. p. 845. — DC. l. c. — *Az. rosmarinifolia* Burm. Fl. Ind. p. 43. t. 3. fig. 3 (ex Pl. l. c.). — *Rh. leucanthum* Bge.! Enum Chin. n. 234. — *Rjuku tsutsusi* fl. purp. rubente, *Jedogawa tsutsusi*. Kaempf. Amoen. exot. p. 848. — Elatum ramosissimum, ramis verticillatis foliisque sub anthesi persistentibus elliptico-lanceolatis lanceolatisve acutis utrinque 3—5-costatis, costis inferioribus arcuatis longioribus, pube rufa patulo-adpressa vestitis; tegmentis subglutinosis scariosis ovatis caducis; fasciculis 1—3-floris; pedunculis setosis calycem glanduloso-pubescentem aequantibus; laciniis calycis erec-

tis ex ovali in lanceolatum vel lineari-lanceolatum variantibus, plus minus inciso-serratis; corollae tubo brevi laciniis ovalibus; staminibus 10 (raro 6—9) stylo brevioribus; capsula breviter ovata apice truncata rufo-villosa calyce erecto inclusa et subaequilonga.

Hab. in *China*, exclusa boreali (?) atque in insulis *Lu-tschu*. — In *Java* et tota *Japonia* cultum.

Japonice: Yedogawa tsutsusi vel oho tsutsusi, i. e. Az. yedoensis vel magna.

Varietates vel potius tantum lusus sequentes mihi obvii:

α. **leucanthum** DC. l. c. — Miq.! Prol. p. 96. — *Rh. leucanthum* Bge.! l. c. — *Az. Indica alba* Lindl. bot. reg. t. 811. et omnes figg. supra citatae. — Floribus albis fragrantibus, vel rarius albis violaceo-striatis.

Colitur frequenter per totam *Japoniam:* Hakodate (Boggs!, ded. A. Gray, Albrecht! flor. init. Junii); Yokohama (init. Maji flor.), Simoda (Jolkin! flor.) etc. In Europam jamdiu introductum.

β. **purpureum.** — Floribus profunde roseis.

Colitur cum priore: Yokohama, medio Majo florens, et hinc inde usque in autumnum, v. gr. Novembri prope Kamado, jugi Hakone; Nagasaki, medio Aprili flor. (Langsdorff!, Oldham!, ipse). — Spontaneum: in insula *Takuno-sima*, prope *Lu-tschu*, ad latera collium, fruticem late ramosissimum, fine Aprilis florentem legit Wright. — In *Europam* nondum introductum.

Japonice audit ut supra vel etiam Riu-kiu tsutsusi, i. e. Azalea Lu-tschuana.

Icon *Rh. pulchri* Sweet. Brit. Fl. G. ser. II. t. 117. — DC. Prodr. VII. 2. p. 726., ex Sweet inter *Rh. ledifolium* et *Indicum* hybridi, sat bene nostrum refert quoad floris colorem, sed calyx in nostro semper glandulosus saepeque brevior.

γ. **narcissiflorum.** — (Pl. l. c. p. 67. sp. propr.). — *Az. narcissiflora* Fortune ex Pl. — Corolla duplici alba vel purpurea, staminibus in folia minuta mutatis.

Hakodate, cultum (Albrecht!); Yedo cult. (ipse), utrumque fl. purpureis. E *China* fl. albis *Angliam* introduxit Fortune.

Japonice, ex Albrecht: jai tsutsusi.

Colitur in Yedo *monstrositas* hujus: floribus per binos connatis, calycis laciniis corollaeque lobis denis, staminibus 20, germine et stylo solito duplo crassioribus perfecte connatis. Talem init. Maji florentem s. nom. tonguruma tsutsusi accepi.

δ. **cryptopetalum.** — Corolla nulla vel 5-petala partitave, laciniis filiformibus calyce brevioribus.

Cultum Yedo, initio Maji florens.

Lusus quam maxime paradoxus, structuram *Rh. linearifolii* in mentem vocans, sed petala primo obtutu perfecte inconspicua, staminibus vero germineque normalibus.

Nota. Nomen Burmanni, omnium longe antiquius, a Donio mutatum fuit ob plantam homonymam Rothii, et plantae Burmannianae stamina quinque tribuuntur, verosimiliter quia ab auctore in Pentandriam collocata est. Sed icon citata habet florem 8-andrum, addita

explicatione: Az. rosm. decandra, in altero flore vero a latere depicto stamina 4 tantum in conspectum veniunt, ita ut Burmanno forma decandra certe jam nota esset. Melius igitur duxi, duce Planchon, *Rh. Burmanni Rh. ledifolio* subjungere. Quae vero planta Rothii sit, frustra quaesivi, probabiliter inedita, insuperque Burmanniana junior. Flora Indica enim jam a. 1768 divulgata est, primum vero Rothii opus in thesauro Pritzelii anno 1781 editum enumeratur. Nihilominus nomen speciei notissimae mutare nolui.

23. Rh. indicum Sweet. Brit. Fl. G. ser. II. t. 128. — *Az. Indica* L. cod. p. 166. № 1195. — Thbg. Fl. Jap. p. 84. (p. p.?). — *Cistus Indicus* Ledi alpini folio floribus amplis. Herm. Ht. Lugd. bat. p. 152. c. tab. p. 153 (mala) — fl. 5—6-andri, rosei («colore fulgentis dilutioris cocci»), frutex sempervirens, foliis rigidis. — *Rh. Breynii* Pl. l. c. p. 46. — *Tecki Tsjokku* vulgo *Tsutsusi*. Kaempf. l. c. p. 845, 847, 848, c. tab. 846. (optima), cum varr. nonnullis. — Hinc *Rh. Kaempferi* Pl. l. c. p. 47. — *Rh. Sieboldi* Miq.! in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 33. et *Rh. Indicum* Miq. l. c. p. p. (ex ipso). — Miq. Prol. p. 96. — *Rh. Simsii* Pl. l. c. p. 47. (Sims in bot. mag. t. 1480. fl. 10-andro, coccineo, fol. lanceol. majoribus). — *Rh. lateritium* Pl. l. c. p. 63. (*Az. Indica lateritia* Lindl. bot. reg. XX. t. 1700., *A. ind. variegata* ibid. t. 1716.). — *Az. macrantha* Bge.! l. c. p. 41. — *Rh. macranthum* Sweet. l. c. t. 261. — *Az. Danielsiana* Paxt. mag. of bot. I. p. 129. c. icone. — *Rh. Danielsianum* Pl. l. c. p. 62. — *Az. ramentacea* Lindl. in Journ. hort. soc. IV. p. 291. c. fig. — *Rh. ramentaceum* Pl. l. c. p. 65. — *Rh. Calleryi* Pl. l. c. p. 66. (exacte fig. Sweetii tab. 128.). — *Rh. decumbens* Don. l. c. III. p. 846. (fol. ovata acuta, corolla purpurea). — Elatum vel humile, verticillato-ramosum, ramis novellis pedunculis petiolis densius foliisque utrinque parcius adpresse setosis; foliis deciduis vel subpersistentibus, papyraceis vel membranaceis, breve petiolatis, lanceolatis ellipticis lato-ellipticisve, acutis vel breve acuminatis, utrinque 3—5-costatis subtusque reticulato-venosis, costis inferioribus elongatis arcuatis; tegmentis ovatis acutis dorso setosis; floribus 1—3 breve pedunculatis; calyce parvo patulo dense setoso lobis a lanceolato in rotundum ludentibus (rarissime corollinis elongatis); corollae campanulatae ultra medium 5-fidae tubo brevi angusto lobis ovalibus; staminibus 5—10 inclusis stylo brevioribus; capsula ovoidea attenuata apice truncata hispidissima calyce patulo longiore.

Hab. per totam fere *Chinam* et *Japoniam*, in collibus siccioribus frequens, in alpibus etiam occurrens ibique varias formas induens, ab antiquissimis temporibus cultum et cum affinibus facile hybridas proles procreans, in innumeras varietates lususque abludens. — In *Java* ad rivulos invenitur, ex Hermann et Blume, an ex hortis aufuga?

Japonice: tsutsusi.

Varietates sequentes, ab auctoribus nonnullis pro speciebus propriis habitae, optime distinguendae quidem, sed tam inter se formis intermediis connexae, ut interdum non scias, ad quam varietatem formam aliquam numerare debeas. Hic descripsi omnes fere ad specimina spontanea, cultura nondum vituperata, illisque, quantum potui, specimina culta, a me locis natalibus in vivo observata seduloque collecta subjunxi, lusus vero a hortulanis europaeis

innumeris nominibus illustratos utpote saepe per fecundationem hybridam confectos, omnino negligere melius duxi. Nihilominus plerosque lusus hortorum nostrorum atque novos aliquos in collectionibus meis reperi.

α. **Kaempferi.** — Pl. l. c. (sp. pr.). — Kaempf. l. c. c. icone optima, Jamma Tsutsusi. (1712). — *Rh. Sieboldi* Miq.! excl. varr. — Frutex 2—8-pedalis, parce squarroso-vel densissime verticillato-ramosus, densiuscule setosus; folia ante anthesin decidua, membranacea, laete virentia, elliptica vel late elliptica ($2\frac{1}{2}''$: $1''$); flores coaetanei vel ineunte anthesi (locis alpinis semper) praecoces, 2—4, diametro fere bipollicari (1—$2''$), miniato-coccinei; calyx brevis vel brevissimus, valde setosus, lobis rotundatis ovalibusve; stamina constantissime 5; antherae ochraceae.

Hab. per totam *Japoniam*, a Hakodate usque ad Satsuma, vulgare: circa *Hakodate*, in collibus fruticetisque commune, usque 8-pedale, fine Maji flor., fine Octobris frf. (omnes collectores!); Nodafu, locis subalpinis, init. Junii fl. (Albrecht!); in principatu *Nambu*, florib. subpraecocibus, fol. minoribus (Tschonoski!); *Yokohama*, Kanagawa, Kanasawa, Kamakura, in planitie et in montibus vulgatissimum, a fine Aprilis usque in Junium autumnoque parcius iterum florens (ipse); in montibus *Hakone* et in tractu *Senano*, utrumque praecox, parvifolium (Tschonoski!); in monte Hikosan *Kiusiu* borealis, fine Junii flor.; Nagasaki (№ 505, 507 fl., 508 frf., Oldham!): in montibus 3000′ usque altis collibusque aridis ubique frequentissimum, fine Martii flor. incip. (ipse!) et cet. — Etiam in hortis hinc inde rarius cultum, a Martio ad Augustum florens. — E *China* non vidi neque enumeratum inveni, nisi forsan *Rh. decumbens* Don. l. c. p. 846. huc ducendum, a nemine post Donium visum: foliis ovatis acutis, floribus pentandris coccineis descriptum, quod nomen vero, si re vera nostram plantam refert, vix ob prioritatis causam praeferendum, quia varietas haec vix unquam decumbens invenitur.

Hieme folia omnia cadunt praeter illa diminuta spathulata subcoriacea, gemmam terminalem fulcientia, quae in Tsusiae speciebus omnibus observantur, usque ad peractas fere innovationes persistentia. Flores autumnales atque primi vernales saepe duplo minores. Folia in planta alpina triente minora, atque totus frutex ramosior, humilior. Omnibus ceteris notis varietas semper sibi constans.

Ad margines silvae in Yokohama, initio Maji florens, fruticem unicum inveni bipedalem, floribus maximis pulchre roseis, aspectu *Rh. ledifolii*, staminibus 6, calyce pro var. α. maximo, ramis crassis rigidis, foliis vero aliisque omnibus notis cum α. congruum, quem fruticem jam cum specie laudata hybridum esse habeo.

β. **Simsii.** — Pl. l. c. (sp. pr.). — *Az. Indica* Sims in bot. mag. t. 1480. (1812.). — Sweet l. c. t. 128. — Benth. Fl. Hongk. p. 201. (excl. syn. bot. reg.). — *Rh. Calleryi* Pl. l. c. p. 66. — Folia subpersistentia, profunde viridia, lanceolata ($3''$: $1''$); flores 1—3, profunde coccinei vel etiam rosei, usque $2''$; calycis laciniae lanceolatae; stamina 10, antheris atropurpureis. Cetera ut in var. α.

Hab. in *China boreali* (Fortune! a. 1846. A. 72. fl., cui *Rh. Calleryi* Pl. superstructum), sed *Pekinum* haud attingit, saltem a nemine adhuc observatum; in *China australi* (Seniavin! fl. in herb. Fisch.), insula *Hongkong* (Wright! fl. roseis); in archipelago *Koreano* (№ 506. Oldham! defl., ob folia huc relatum, sed ob floris defectum subdubium). — E *Japonia* non vidi.

Coluntur hujus varietatis formae diversae in hortis europaeis, de quibus confer Planchon l. c. sub *Rh. Simsii.* Mihi viva vel speciminibus completis numerosioribus non obvia, ita ut ampliora de illa adducere nequeam. A praecedente foliis angustioribus, staminum numero et antherarum colore diversa.

γ. **macranthum.** — Don. l. c. p. 846. (1834.). sp. propr. — Sweet. Brit. Fl. G. ser. III. t. 261. — *Azal. macrantha* Bge.! Enum. Chin. n. 235. (1832.). — *A. Indica lateritia* Lindl. bot. reg. t. 1700. et *variegata.* Ibid. t. 1716. (1834.). — *Az. Danielsiana* Paxt. Mag. of bot. I. p. 129. c. icone (1834). — *Rh. Danielsianum*, *Rh. lateritium*, *Rh. ramentaceum* et *Rh. Breynii* Pl. l. c. — *Az. ramentacea* Lindl. in Journ. hort. soc. IV. p. 291. c. fig. — Breyn. Prodr. I. 23. (1680). — Herm. l. c. (ex descript. et icone). — Kaempf. l. c. quoad varr. nonnullas, et verosimiliter *To ken* vulgo *Satsuki* ejus l. c. p. 849. c. varr. huc etiam referendum. — *Rh. brachycarpum* Zucc.! in herb. Sieb. nunc Acad. Petrop. — non Don. — *Rh. decumbens* Don l. c. ex Planchon, sed e descriptione alienum, neque verosimile Donium eandem plantam in eadem pagina sub duobus nominibus (altero nempe *Rh. macrantho*) descripsisse. — Humilius, parcius setosum, densissime debilius ramosum; rami verticillati, erecti vel decumbentes; folia persistentia, subcoriacea, profunde viridia, lucida, obovata ovalia vel lanceolata, obtusa vel obtusiuscula, parva ($1\frac{1}{2}''$: $\frac{1}{2}''$). Flores saepissime solitarii, ampli (2—3″), vulgo carnei (dilute coccinei); calycis laciniae ovatae vel ovales, rarissime elongatae petaloideae; stamina 5—10, vulgo inclusa, antherae atropurpureae.

Hab. in *China:* prov. Fo-kien (de Grijs! in hb. Hance, № 796. fl., 10-andrum), Pekin, in tepidariis cultum (Bge.!, Tatarinoff!, fl., 5-andrum); *Japonia:* Nippon media, ad viam Uragam versus ducentem, inter Kanasawa et Tawura, ad silvarum margines, an re vera sponte?, fl. roseis plerisque 6-andris, med. Junio fl. (ipse); in tractu Senano, silvis subalpinis, ad rivulos (Tschonoski! fl.); Nagasaki, cultum in hortis, fl. lilacino enneandro; e Hakodate attulit fl. am. b. Albrecht! — Floret tempore pluvio, dimidio mense post ceteras Azaleas.

Tres subvarietates commode distingui possunt:

a. macranthum genuinum. Fol. obovatis. — Huc *Az. ramentacea* Lindl., specc. chinensia supra adducta.

b. lateritium. Foliis lanceolatis. — *Az. Danielsiana* Paxt. Huc specc. Japonica spontanea vel subspontanea.

Varietatem pulcherrimam in deliciis habent Japonenses et Chinenses non minus ac Europaei. Occurrit in quovis fere horto, saepius floribus pulchre roseis vel carneis, sed

etiam albis violaceo-striatis, pallide lilacinis roseo-striatis et punctatis, albis, lateritiis, simplicibus vel rarius plenis, staminibus nempe petaloideis.

c. polypetalum. — Calycis elongati petaloidei corollaeque profunde partitae laciniis linearispathulatis utrisque lateritiis vel rarius calyce decolore, foliis subvar. *b.*

Colitur in urbe Yedo, rarius, initio Junii florens.

Occurrunt in eodem individuo flores normales subvarietatis *b.*

δ. **obtusum.** — Pl. l. c. p. 64. (sp. pr.). — *A. obtusa* Lindl. in Journ. hort. soc. I. p. 152. (1846.) et in Bot. reg. XXXII. t. 37. — *Rh. Thunbergii?* Pl. l. c. p. 47. — *A. Indica* Thbg. Fl. Jap. p. p. (ex Pl.). — *Rh. Sieboldi* β. *minus* Miq.! l. c. — *Kirisma tsutsusi* Kaempf. l. c. p. 849. — Humile dense ramosum, ramis verticillatis erectis; folia persistentia obovata vel ovalia parva (1 : ½″), parcius setosa; flores 1—3, sanguineo-coccinei minores (1—1½″); calyx parvus vel minutus (rarissime in corollam mutatus), laciniis acutis vel obtusis; corollae laciniae ovalioblongae; stamina 5 vulgo exserta, antheris ochraceis.

Hab. in *China* ulteriori, cultum e boreali, Shanghai, attulit Fortune (ex Lindl.), ex australi Tilesius! 1806. fl.; *Japonia* (Miquel!, Siebold!): Nagasaki (Langsdorff! fl.): in montibus lapidosis siccis, cum var. α. frequens (ipse!); Senano, in regione collina, inter frutices (Tschonoski!, subdefl.); Yokohama, cultum, medio Majo florens, mox fl. coccineis, mox fl. carneis (ipse!), a Japonensibus ob florum minorum nitorem atque staturam nanam in monticulis rupestribus hortorum adhibitum.

Japonice s. n. Kirisima tsutsusi cuidam notissimum, nomen trahens, ex Siebold (in herb.), a vulcano Kirisima, in insula Kiusiu sito.

Ex Lindleyo flores sunt fragrantes.

Ludit: calyce in corollam mutato, ita ut corolla duplex sit (coccinea).

Habui lusum hunc e Yedo, fine Aprilis flor. — Calyx unus alterve occurrit partitus laciniis spathulatis coccineis amplis, cum multo numerosioribus perfecte corolliformibus.

ε. **amoenum.** — Pl. l. c. p. 64. (sp. pr.). — *Az. amoena* Lindl. in Paxt. Fl. G. III. t. 89. — V. Houtte. Fl. d. serres IX. t. 885—88. — Hook. in bot. mag. t. 4728. — *Rh. Buergeri* Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. I. p. 34. et Prol. Fl. Jap. p. 96. — Pumilum, densissime ramosum sempervirens; folia ovalia obovatave obtusa seu late elliptica acuta, profunde viridia minuta (ad summum pollicaria); flores 1—3, parvi (½—1″), purpurei; calyx minutus longe setosus, laciniis rotundatis, vel coloratus dimidiam corollam aequans, laciniis spathulatis, vel in corollam mutatus; corolla infundibuliformi-campanulata; stamina 5 exserta, antheris ochraceis.

Donec hujus formae tantum lusus in iconibus citatis delineatus, in aliis varietatibus *Rh. indici* nondum visus, cognitus fuit, certe pro specie propria agnoscenda erat var. haec; nunc vero subvarietates sequentes satis est tantum enumerare, ut transitus ad praecedentes varietates manifesti demonstrentur.

a. japonicum. — Folia late elliptica acuta, pallidius viridia, calyx viridis minutus; corolla roseo-purpurea, infundibuliformis vel campanulata. — Planta spithamaea usque ½ pedalis.

Hab. in *Kiusiu* prov. Simabara vulcano Wunzen, medio Majo florens.

Ex uno eodemque loco promiscue collecta sunt alia individua corollis subcampanulatis foliisque duplo majoribus, alia duplo omnibus partibus minora corolla infundibuliformi; priora var. α. similiora, posteriora sequenti, praeter folia tamen, quae, excepta magnitudine, semper illis var. α. analoga.

b. normale. Calyx minutus viridis. Cetera sequentis.

Cultum habui e *Hakodate*, init. Junii flor., Octobri frf., ibidemque collegit Albrecht, Majo fl. — Certe ex alpibus *Japoniae*, sed nescio unde, non ex borealibus tamen.

Japonice: murasaki kirisima i. e. purpureum kirisima.

c. Buergeri. — Miq. ll. cc. (sp. pr.). — V. Htte. Hook. ll. cc. — Foliis ovalibus obovatisve obtusis; calyx amplus coloratus 5-fidus, laciniis irregulariter sublanceolatis incisis integrisve, corolla sequentis.

Cum sequente e *China* a Fortune introductum, nunc in hortis *Europaeis* ubique propagatum, et semper apud nos sibi constans. A Buergero etiam in *Japonia* observatum. Conformationem calycis similem in var. δ. lusu corolla duplici interdum observavi.

d. genuinum. — Lindl. l. c. — Fol. ovalibus obovatisve obtusis, calyce in corollam mutato, corollis infundibuliformi-campanulatis.

E *China*, Shanghai, attulit, ex urbe Su-tschu-fu acceptum, Fortune 1852. — Eadem exacte planta colitur in *Japonia:* in horto caesareo prope Hakodate, med. Junii fl. ult., Nagasaki, fine Aprilis flor.

Var. ε. a var. δ. differt igitur tantum floribus minoribus, ipsa var. δ. vero saepe var. α. simillima fit, quacum iisdem locis crescit. Minime ergo dubito, has tres conspecificas esse, et verisimiliter etiam a var. β. (decandra) non specie diversas. Quod attinet vero ad var. γ. macrantham, dubia mihi adhuc remanent, nunc non facile solvenda, ob defectum speciminum sponte enatorum et observationum locis natalibus ad vivum institutarum. Certum est, quod fronde sua antherisque statim facileque recognoscenda est.

Nota. A. crispiflora Hook. in bot. mag. t. 4726. — V. Htte. l. c. 1854, c. tab. ad p. 83. — e *China* a Fortuneo introducta, floribus roseis instructa, valde appropinquat *var. γ. macranthae Rh. Indici*, et quidem verae subvarietati *a.*, quacum sat bene convenit foliorum forma paullo magis tamen elongata, bracteis ad basin pedunculorum subpersistentibus, floribus singulis, corollae forma et magnitudine, differt vero tantum corollis margine crispatis et calycis laciniis oblongis (in ipsa icone Hookeriana etiam ovatis ovalibusve). An etiam nostrae var. γ. subjungenda? — Plantam ipsam nondum vidi.

24. Rh. macrostemon n. sp. (*Tsusia*). Humile, squarrose denseque dichotome ramosum, parce foliatum et microphyllum, ramulis glabratis; foliis apice ramulorum con-

fertis anguste ellipticis, utrinque acutis apiceque apiculatis, breviter petiolatis, utrinque, subtus ad venas adpresse fusco-strigoso-pilosis subtusque glaucis reticulatis; floribus terminalibus 1—2, pedunculum cum calyce dense patule rufo-villoso-strigosum triplo superantibus; calycis laciniis rotundato-obovatis; corollae campanulatae, ultra medium 5-fidae laciniis ellipticis acutis, inferioribus longioribus, omnibus vulgo secus dorsum margineque parce ciliatis; staminibus 5 cum stylo longiore corollam plus duplo superantibus; antheris oblongo-obovoideis; stigmate dilatato quinquelobo; ovario dense strigoso.

Hab. in *Japonia;* accepi cultum e Yedo, medio Majo florens, sub nomine: miono kirisima tsutsusi.

Corolla ex albido carnea laciniis viridulo-venosis, parva, semipollice parum major.

Sequenti affine, sed duplo quoad folia floresque majus, floribus pedunculatis, genitalibus longissime exsertis corollaeque forma statim discernendum.

Expl. fig. tab 3. — *15.* Specimen florens magn. naturali. *16.* Flos a latere, et *17.* a facie, vix auctus. *18.* Calyx cum ovario, ter auct. *19.* Anthera a dorso, a facie et a latere; *20.* apex styli et stigma, quater aucta, ut praeced. figura.

25. Rh. serpyllifolium Miq. Prol. p. 97. — *Az. serpyllifolia* A. Gray in Perry's Exped. p. 315. et in bot. mem. l. c. p. 399. — Humile, squarroso-verticillato-ramosum inordinateque abbreviato-ramulosum, minutifolium, minutiflorum, parcius subadpresse strigosum; foliis in apice ramulorum confertis late obovatis ellipticisve apiculatis breve petiolatis; floribus ramulos laterales brevissimos terminantibus subsessilibus basi tegmentis circumvallatis; pedunculis calyceque brevissimis dense pallide breve-strigosis; corolla campanulata 5-fida lobis obovatis apice rotundatis tubo longioribus; staminibus 5 styloque exsertis glabris, antheris obovoideis basi mucronulatis poris terminalibus amplis; capsula globoso-oviformi acuta subsessili strigosa.

Hab. in *Japonia* sponte, loco speciali non indicato (Wright, ex Gray), Simoda, cultum (Williams et Morrow, ex eodem). Loco non adnotato sterile habuit Miquel. E Yedo acceptum colui Nagasaki, init. April. florens cum fructibus anni praeced.

Corolla pallide albido-lilacina foliaque $\frac{1}{4}$-pollicaria vel paullo majora. Gemma terminalis ovoidea acuta, quadriseriatim imbricata.

Expl. fig. tab. 4. — *18.* Speciminis florentis pars demtis ramis duobus longissimis, magn. nat. *19.* Flos cum pedunculo, a latere, bis auctus. *20.* Calyx cum pedunculo et germen; *21.* stamen e superioribus, a latere et a facie; *22.* stamen ex inferioribus, a facie et a dorso, quater auct. *23.* Folium ter auct., *a.* ab infero, *b.* a supero. *24.* Gemma terminalis, et *25.* capsula, bis a.

26. Rh. Tschonoskii Maxim. Diagn. pl. nov. dec. VII. l. c. p. 339. — Humile, dichotome denseque ramosissimum, dense frondosum, adpresse rufo-strigoso-pilosum, parvifolium, minutiflorum; foliis apice ramulorum confertis, breve petiolatis, ellipticis mucronatis, subtus glaucis reticulatis indistincte costatis; perulis sub anthesi nullis; floribus terminalibus 2—4; pedunculo calycem superante, utroque rufo-strigosis-

simo, calycis laciniis triangulari-ovatis; corolla infundibuliformi-campanulata 5-fida, laciniis ovato-oblongis apice rotundatis, fundo intus filamentisque infra medium paleaceo-villosulis; staminibus 5 styloque exsertis; antheris oblongis poris minutis; capsula pedunculum subaequante, breve ovata obtusa, juvenili rufo-strigosissima, matura subglabrata.

Hab. in *Nippon* borealis (Nambu) et mediae alpibus, flor. et fructibus a. praeced. onustum coll. a. 1865 et '66 Tschonoski.

Flores ex sicco videntur albidi.

Species omnino sui juris, ad seriem micrantharum quidem pertinens, sed neque *Rh. macrostemoni* neque *Rh. serpyllifolio* vere propinqua, cum posteriore florum magnitudine tantum comparanda. Folia majora usque 2 centim.: 8 mill., minora duplo angustiora et breviora. Pedunculi 3—4 millim. Calyx $1\frac{1}{2}$—2 millim. longus. Corolla diametro 8 mill. laciniis demum patentibus, staminibus in fasciculum porrectis 6—7 mill. longis. Antherae 1 mill. longae, ex sicco fuscae. Stylus stamina vix superans. Capsula vix 5 mill. longa.

Expl. fig. tab. 3. — *8*^{b}. Specimen florens magn. nat. *9.* Flos a facie, et *10.* a latere, bis auctus. *11.* Calyx cum germine, et *12.* anthera a facie et a latere, cum parte basali filamenti, quinquies aucta. *13.* Capsula. *14.* Pagina inferior folii, pube ad latus sinistrum non delineata, ut melius in conspectum veniat venatio. *13.* et *14.* bis a.

2. Rhododendra lateriflora.

Gemmae floriferae laterales 1-florae (rarissime una alterave 2-flora), squamis pluriseriatis imbricatis tectae, ex axillis foliorum summorum ramulos vetustos vestientium ortae, foliis mox persistentibus, mox longe ante anthesin caducis. Internodia inter gemmas floriferas mox distinctissima, mox indistincta fere punctiformia.

Sect. Rhodorastrum.

Corolla campanulata. Stamina 10. Pubes lepidota pilis rarius intermixta. Folia tenuiter coriacea, annua. — Huc *Rh. virgatum* Hook. fil.! (sed non *Rh. triflorum* Hook. fil.!, postea ab ill. auctore in Journ. hortic. soc. VII. p. 81. infauste cum illo conjunctum, ob gemmas plurifloras terminales ad Rhododendra vera pertinens), et *Rh. dauricum* L.

27. Rh. dauricum L. Cod. p. 409. № 3088. — Pall. Fl. Ross. II. p. 47. t. 32. — DC. Prodr. l. c. p. 725. — Ledeb. Fl. Ross. II. 2. p. 921. — Turcz. Fl. Baic.-dah. II. p. 207. — Maxim. Prim. Fl. Amur. p. 189. — Trautv. et Mey. Fl. Ochot. p. 64. — Rgl. Fl. Ussur. p. 102. — F. Schmidt. Fl. Amg. bur. p. 55. in ejus Reisen im Amurlande u. Sachalin, in Mém. Acad. St. Pétersb. VII. sér. XII. № 2. — *Rh. mucronulatum* Turcz. En. Chin. № 125. in Bull. Mosc. 1837. X. № 7. — Turcz. Dec. IV et V gen. nond. descript., ibid. 1848. XXXI. p. 585. — Turcz. Fl. Baic.-dah. l. c. ad calcem *Rh. daurici.* — *Rh. mucronatum* (sphalmate) Maxim. l. c. p. 474. — Diffuse tenue ramosissimum lepidotum; foliis annuis, saepe fere omnibus ante anthesin caducis, tenuiter coriaceis, ab rotun-

dato-ovali vel oblongo-ovali, obtuso vel rotundato cum apiculo, in ellipticum utrinque acutum variantibus, brevissime petiolatis, indistincte costatis, superne glabris vel parce pilosis lepidotisque, subtus subferrugineo-lepidotis viridibusve; floribus axillaribus e quavis gemma propria singulis, apice ramorum per 1—5 aggregatis, aphyllis!, basi squamis imbricatis diutius persistentibus fultis, breve incluso-pedunculatis; calyce brevissime 5-lobo; corollae campanulatae 5-fidae tubo brevissimo extus saepius puberulo, lobis rotundatis; staminibus 10 vix exsertis, basi villosis vel subglabris, stylo brevioribus; stigmate 5-lobo; capsula oblonga leviter sulcata 5-loculari, lepidota.

α. **dauricum.** — *Rh. dauricum* Auct. omn. — Folia ovalia, ad summum ovali-elliptica, obtusa cum apiculo vel acutiuscula, pro parte saltem sub anthesi persistentia, subtus plus minus ferruginea; flores vulgo 2—3, rarius 1.

Hab. a *Sibiria altaica* (Bunge!, alii!) usque in maxime *orientalem:* Irkutzk (Sczukin!, Turcz.!), Ochotzk (fl. leg. Stubendorff!, v. in hb. Acad. Petrop.) cet., et in *Kamtschatkam!*, ubi parce cum *Rh. parvifolio* Ad. occurrere dicitur (herb. Acad. Petrop.); in *Davuria!* tota, et in *Mandshuria* Rossica, usque ad ostium Amur fluvii, et ad fines *Koreae*, hic in frigidioribus, frequens. Desideratur hucusque in flora *Ajanensi* et in *Sachalino.* Floret primo vere et saepe iterum singulos flores profert autumno.

Variat a tripedali statura usque in 15-pedalem. Occurrit rarius floribus albis.

β. **mucronulatum.** — Turcz. ll. cc. (sp. propria). — *Rh. davuricum* Maxim. Amur. l. c. p. p. — Rgl. l. c. p. p. — Folia majora tenuiora, elliptica vel lanceolato-elliptica, plerumque acuta, subtus viridia, utrinque parce lepidota et superne parce pilosa et basin versus ciliata vel glabrata, ante anthesin omnia caduca; flores numerosiores, 3—6.

Hab. in *Dauria* meridionali, cum genuino: Nerczinskoi Sawod!, inter fluvios Argun et Gasimur (Radde!); in *Mandshuria* Rossica, in montibus Bureicis, locis meridiem versus apertis (ipse! Radde!), ad fl. Usuri, cum genuino, similibus locis ac supra (ipse!, Maack!), circa sinum Victoriae variis locis, in apertioribus frequens (Nasimoff! fl., ipse! frf.). In *China boreali*, circa Pekin, in montibus occidentem versus (Tatarinoff! fl., Kirilow! frf. et c. florib. serotinis, — haec prototypa Turczaninowii). In *Japoniae* ins. *Kiusiu:* Kosi-wara, in fruticetis montium, sp. singulum fr. immat. fine Maji.

Var. β. sistit varietatem geographicam memorabilem *Rh. daurici veri*, quam facile in meridionalibus tantum collectam pro specie propria sumeres, sed versus limites boreales, ubi promiscue cum α. crescit, tam insensibiliter in hanc transire invenies, ut pro varietate vix distinguere velles. Descriptio Turczaninowii ad specimina floribus serotinis facta minus bona, nam verum tempus florendi est vere, et tunc frutex perfecte aphyllus floribus numerosissimis denseque aggregatis onustus est.

Planta *Japonica* a typo paullo discrepat foliis magis ciliatis, nonnullis subacuminatis.

Speciem nostram hucusque ab auctoribus floribus terminalibus descriptam esse non mirum, nam in genuino, paucifloro, flores tam approximati atque squamae eorum sub anthesi tam conflatae, ut cuinam primo obtutu terminales appareant. Verus character inflorescentiae

in var. β. facilius jam eruendus. At qui specimen cujuslibet varietatis nondum florens vel fructiferum examinabit, in primo statim gemmas unifloras in axillis foliorum delapsorum approximatis sitas, in secundo pedunculos singulos basi cicatricibus numerosis squamarum delapsarum notatos eruere potest.

Huic proxime affine est *Rh. virgatum* Hook. fil! (Rhodod. Sikkim Himal. III. t. 26., sed non *Rh. triflorum* Hook. f. ibid. II. t. 19., in Journ. hort. soc. VII. p. 81. a cl. auct. cum priore conjunctum), quod a nostro differt internodiis inter flores elongatis, foliis oblongis acutis subtus glaucis glabris, antheris coccineis neque violaceis, nec non ramis sub anthesi foliatis.

Sect. Azaleastrum Pl. l. c. (nomen).
Maxim. Diagn. pl. nov. dec. VII. l. c.

Corolla subrotata. Stamina 5, saepius distincte declinata. Pubes brevissima simplex longiore glandulosa intermixta. Folia coriacea vel membranacea annua. — Huc *Rh. ovatum* Pl. (*Azalea ovata* Lindl.), *Rh. semibarbatum* m., et *Rh. albiflorum* Hook.! (Fl. bor. am. II. p. 43. t. 33. — Bot. mag. t. 3670. — DC. l. c. p. 727.) ex America boreali-occidentali.

28. Rh. ovatum Pl. l. c. — *Azalea ovata* Lindl. in Journ. hort. soc. I. p. 149. — Fortune. Ibid. II. p. 126. t. 2. (opt.). — Hook. in bot. mag. t. 5064. c. anal. opt. — Benth. Fl. Hongk. p. 201. — *A. myrtifolia* Champ. in bot. mag. sub t. 4609. — Glabratum; foliis coriaceis lucidis ovatis ovato-lanceolatisve mucrone excurrente apiculatis integerrimis sublaevibus; floribus axillaribus una cum innovationibus fronde anni praecedentis adhuc persistente ortis; pedunculis glanduloso-pilosis; calycis laciniis ovatis obtusis glabris; corolla rotata 5-partita; filamentis infra medium brevisetosis; capsula ovata (ex Benth.) vel globoso-ovata (ex Champion).

Hab. in *Chinae* borealis prov. Chekiang, ad collium latera, nec non in insulis Chusan (Fortune! l. c. fl. A. 52. a. 1845.) et meridionali, Hongkong: in monte Nigro, cum *Rh. Farrerae* et *Indico*, in rupibus (Eyre, Champion l. c., Seniavin! fl.). Floret Martio, in China boreali Aprili et Majo. — Fortune Angliam introduxit.

Nom. in China boreali ex Fortune: King-sze-wha i. e. flos argenteo-sericeus.

Tres varietates distinguit Hooker fil. in bot. mag. s. t. 5064. — α. fl. pallide purpureis (t. 5064), β. fl. pallide roseis (Lindley, Fortune ll. cc. c. tab.), γ. fl. albis (*Az. myrtifolia* Champ.).

Descriptionem cf. apud Hooker f. l. c. Notandum vero, var. α. ex icone habere corollae lacinias subcordato-ovatas, β. ex icone obovatas, ut etiam in spec. auth. Fortune, γ. ovali-oblongas, ex descr. Championi et Benthami, et ex speciminibus Seniavini, quae ante oculos habeo, ubi etiam folia longiora et corolla triente major.

29. Rh. semibarbatum Maxim. l. c. p. 338 et in Rgl's Gartenfl. 1870. c. tab. mox edenda. — Ramulis hornotinis, petiolis, pedunculis calycibusque pube brevi tomentosa atque

setis glandulosis patentibus instructis; foliis papyraceis ellipticis mucrone excurrente apiculatis, circumcirca minute crenulatis crenis ex apice setuliferis, multicostatis, reticulo superne impresso subtus prominente; foliis anni praeteriti sub anthesi nullis; floribus breve pedunculatis post folia novella ortis; calycis laciniis triangulari-ovatis; corolla subrotata 5-fida; staminibus duobus superioribus duplo brevioribus anthera triplo minore didymo-globosa, filamentis medio barba densa elongata instructis, ceteris nudis antheris oblongis; capsula depresso-globosa apiculata sulcata glanduloso-setosa nitida, pedunculo breviore.

Hab. in alpibus altis Nippon mediae variis locis (fl. frf. leg. Tschonoski), Petropolin introductum 1865, nunc in h. Petrop. florens.

Species paradoxa, soli praecedenti affinis, sed primo aspectu tam diversa, ut fere proprii generis videatur, ceterum omnium Rhododendrorum facile minus decora.

Frutex gracilis, tripedalis jam florens, verticillatim ramosus, ramis elongatis, pennam corvinam vel anserinam crassis, cortice pallide cinnamomeo vel subgriseo laeviusculo tectis. Gemmae foliiferae et floriferae versus apicem ramorum hornotinorum axillares, approximatae, inter se vix diversae, floriferae tamen vulgo superiores, subobtusiores, omnes anguste lanceolatae, squamis usque 7-seriatis, apicem versus cito accrescentibus, extimis brevissimis, triangularibus, intimis elongatis, obovatis, convolutis, omnibus glabris, cinnamomeis, intimis levissime glutinosis. Rami novelli ante flores orti, sub anthesi jam saepe spithamaei, versus basin foliis squamaeformibus 3—5, apicem versus accrescentibus, linearibus, sensim lanceolatis, dense breve glanduloso-ciliatis instructi, ceterum dense foliati, atque cum petiolis pilis flexuosis glandulosis longiusculis et pube brevissima crispa pubescentes. Folia annua, distinctissime petiolata, firme membranacea, demum papyracea, profunde viridia, subtus pallidiora, bipollicaria, praeter petiolum 3—4-linealem, pollicem lata, ad costam subtus pube duplici, ut in petiolo, instructa, margine ex apice crenularum setulifera, ceterum glabra, primum laevia, autumno impresse rugulosa, costis utrinque circiter 10 tenuibus parallelis, arcuatim conjunctis. Flores supra innovationes iisque circumdati, basi squamis sub anthesi persistentibus fulti, incluso-, rarius exserto-pedunculati. Pedunculus 5 mill. longus. Calyx vix 2 mill. longus, persistens. Corolla hypocraterimorpho-subrotata, tubo lato, 4 mill. longo, laciniis patentissimis, ovalibus, 7 mill. longis, tota alba, ad faucem superne parce purpureo-punctata, intus in tubo villosula. Stamina duo superiora duplo breviora arrecta, filamentis barba densissima longa alba instructis, antheris minutis, tria inferiora deflexa vel patentia, glabra, antheris oblongis poris minutis. Stylus adscendens, stamina vix superans, truncatus. Stigma 5-lobum. Capsula cum pedunculo sesquilongiore calyceque glanduloso-pilosa, depresso-rotundata cum apiculo, 5-sulcata, 5 mill. lata, 4 mill. alta, profunde castanea, sublucida. Semina ovalia, angulata, longitudinaliter striolata, utrinque brevissime appendiculata, millimetro breviora.

3. Rhododendra anomala.

Flores in apice innovationum! Rami floriferi basi squamis persistentibus fulti, foliis

approximatis instructi, apice in racemum elongatum foliaceo-bracteatum abeuntes. Pedicelli elongati, infra apicem bracteolis duabus foliaceis.

SECT. THERORHODION[1]).
Sect. Chamaecistus Don l. c. p. p.

Corolla rotata 5-fida, basi hinc partita. Stamina 10, superiora sensim breviora, cum stylo arcuato declinata. Capsula coriacea. Pubes setosa simplex vel glandulosa. — Huc tantum species duae sequentes, in alpibus Asiae maxime boreali-orientalis indigenae.

Folia obovata ciliata. Stylus stamina superans leviter incurvus, parum declinatus.. *Rh. kamtschaticum.*
Folia ovalia glanduloso-ciliata. Stylus staminibus duplo brevior valde declinatus et recurvus (nec incurvus)......................... *Rh. Redowskianum.*

30. Rh. kamtschaticum Pall. Fl. Ross. I. p. 48. t. 33. — DC. l. c. p. 726. — Hook. Fl. bor. am. II. p. 43. — Ledeb. Fl. Ross. l. c. p. 922. — Regl. et Til. Fl. Ajan. p. 110. n. 196. — F. Schmidt. Fl. Sachal. l. c. p. 157. n. 295. — *Rhodothamnus kamtschaticus* Lindl. in Paxt. Fl. Gard. I. t. 22. (cor. nimis obscura). — Chamaerhododendros Berberis folio etc. Gmel. Fl. Sib. IV. p. 126. c. descr. opt. Stelleri. — *Rh. Chamaecistus* L. Cod. p. 409. n. 3090. quoad syn. Gmel. — Spithamaeum sempervirens dense fastigiato trichotome ramosissimum, ramis abbreviatis crassis cicatricibus foliorum perulisque vetustis exasperatis; foliis annuis aride membranaceis obtusissimis glandula obtusa apiculatis, utrinque arcuato-2—3-costatis et grosse elevato-reticulatis, subtus ad venas parce margineque rigide setoso-ciliatis, fasciculorum sterilium dense congestis spathulato-obovatis basi in petiolum alatum sensim attenuatis, ramulorum floriferorum basalibus congestis similibus, ceteris remotis paucis bracteisque ovalibus sessilibus; pedicellis 1—2 elongatis: altero supraaxillari altero terminali, utroque infra apicem bracteolis 2 ovalibus foliaceis instructo glanduloso-piloso; calycis primum nutantis dein erecti 5-partiti glanduloso-pilosi laciniis oblongis triplinerviis; corollae extus plus minus puberulae laciniis ovalibus infimis 2 sublongioribus; filamentis basi stylo stamina superante leviter incurvo germineque villosis; stigmate capitato 5-lobo; capsula ovali glabrata calyce deciduo demum nuda.

Hab. in *Sibiria maxime orientali* locis montosis lutosis, floret Julio, frf. fine Septembris (Steller ex Gmelin): jugo Jablonnoi (Redowski!), Ajan, in collibus sterilibus humidis (Tiling!), monte Marekan (Turczaninow!), et ad fl. Marekanka (Stubendorff!), Ochotzk (Steller), Ishiga (Kruhs!), terra Tschuktschorum ad sinum St. Laurentii (Chamisso!, Eschscholtz!), ad fretum Beringii (Wright!), et fretum Seniavin (Mertens!); *Kamtschatka*, in montibus frequens, in planitie rarum (Rieder! alii!), insula *Beringii*, fine Julii ad fin. Augusti fl. (Steller), ins. *Korjaginsk* (hb. Acad. Petrop.!); in insula *Kurilensi* Urup (1833 fl., hb. Acad. Petrop.!); *Sachalin:* in cacumine montis Ktausipal, alt. 3000 ped., latit.

1) i. e. rosa aestivalis, ob florendi tempus serotinum.

circa 50° (Schmidt!) et in jugo Ssussuja ad fontes fl. Jnusnai, 15—2000 ped. (Glehn!). In *Japoniae* borealis prov. Nambu, in altissimis alpibus (frf., Tschonoski!). — Transit etiam in *Americam* boreali-occidentalem: Unalaschka!, Kadjak!, Sitka!, penins. Alaska (Kastalsky!), ins. Banksii et prope portum Edgecombe, lat. $53^1/_2$° (ex Hooker.).

Corolla ex Stellero profunde rosea, laciniis tribus superioribus maculis intensioribus variegatis, antherae globoso-obovoideae atropurpureae. Folia usque ad $2^1/_2$″ : 1″. Corolla ultra $1^1/_2$ pollicaris. Capsula semipollicaris.

Specimina *Japonica* fructifera omnino typica, sed *Kamtschaticis* minus ramosa et robusta.

Exemplaria arctica vero vix palmaria foliis minoribus.

31. Rh. Redowskianum Maxim. in Prim. Fl. Amur. p. 189 in nota. — F. Schmidt. Fl. Amg. Bur. l. c. p. 55. n. 266. — *Rh. Chamaecistus* Cham.! Schtdl. in Linn. I. p. 513. — Ledeb. l. c. quoad pl. rossicam. — Palmare, sempervirens, dense subdichotome ramosum, ramis cicatricibus foliorum perulisque vetustis persistentibus exasperatis; foliis annuis firme membranaceis, apice ramorum dense congestis erectis ovalibus basi attenuatis obtuse glanduloso-apiculatis, supra glabris subtus ad venas margineque rigide glanduloso-ciliatis, utrinque arcuato-subbicostatis, parce grosse reticulato-venosis; pedicellis 1—3 elongatis, altero vel 2 axillaribus altero terminali foliaceo-bracteatis sub apice bracteolis 2 foliaceis fultis, calyceque 5-partito nutante laciniis ovalibus dense glanduloso-pilosis; corollae calycem plus duplo superantis oblique rotato-campanulatae subglabrae lobis ovatis emarginatis; staminibus parum inaequalibus, filamentis styloque duplo breviore recurvato-deflexo basi villosulis; stigmate capitato 5-lobo; capsula praecedentis.

Hab. in *jugo Stanowoi* orientali, Sibiriam inter et Mandshuriam finitimo (Redowsky! fl. frf.), in altissimis alpibus ad fontes fl. *Bureja* (F. Schmidt. fl. defl.).

Rhodothamno Chamaecisto Rchb. prima facie simillimum, sed hoc inflorescentiae structura, pedicellis apice nudis, foliis acutis coriaceis aequaliter breve 4-costatis, calycis laciniis acutis, praeter floris structuram, diversissimum. Vera affinitas eaque sat arcta cum praecedente.

Rh. Kamtschatico Pall. duplo saltem omnibus partibus minus. Folia semipollicaria, sesquilineam lata. Corolla 7 lin. diametro, purpurea. Capsula fere 3 lin. longa. Stylus peculiaris, fissurae basali corollae insertus. Vidi specimina plantae rarissimae circiter decem, omnia inter se congrua.

Expl. fig. tab. 2. — *21.* Specimen florens cum fructu anni praecedentis, a Redowsky a. 1809 collectum, magn. nat. *22.* Flos a facie, bis auctus. *23.* Anthera a facie et a latere, m. ter a. *24.* Folium a pagina inferiore visum, bis auct. *25.* Calyx cum germine et stylo, demtis laciniis tribus, ut germen hispido-villosum et stylus recurvus distinctiora appareant, bis auct.

SPECIES DUBIAE.

Rh. scabrum Don. gen. syst. III. p. 846. excl. syn. Thunbergiani. — E descriptione brevi accedere videtur ad *Rh. indicum* L., sed folia coriacea, stamina 10 dicuntur. An *Rh. sublanceolati* Miq. var. foliis ovatis? — Planchon l. c. p. 67. *Rh. Metternichii* S. Z. ad hoc ducit, sed evidenter ob synonymon *Rh. maximi* Thbg. a Donio laudatum, contradicente tota descriptione.

Rh. vittatum Pl. l. c. p. 66. et in V. Htte. Fl. d. serres. 1854. p. 82 (sine descript.). — *Azalea vittata* Hortul. Fl. d. serres. l. c. c. tab. 2. — E *China* a Fortuneo Angliam introductum, a me nondum visum. Ex iconibus habet fasciculos trifloros, corollam amplam, stamina 10, antheras ochraceas, et pertinere mihi videtur ad *Rh. indicum* L., sed quoad varietatem dubius haereo.

E GENERE VEROSIMILITER EXCLUDENDUM.

Rh. Loureiroanum Don. l. c. p. 846. — *Azalea punctata* Lour. Fl. Cochinch. ed. Willd. p. 139., ob calycem albicantem, corollam, antheras et germen punctis rubris conspersa, vix ad Rhododendri genus pertinet.

LEDUM L.

Linn. Cod. p. 408. — DC. l. c. p. 730.

Characteri generico nil novi addendum habeo.

L. palustre L. l. c. — Ledeb. l. c. p. 922. — Turcz. Fl. Baic.-dah. II. 2. p. 209. — Trtv. et Mey. Fl. Ochot. p. 64. — Rgl. et Til. Fl. Ajan. p. 110. — Maxim. Prim. fl. Amur. n. 491. — F. Schmidt. Fl. Amg. bur. p. 55. et Fl. Sachal. p. 158. l. c. — A. Gray. On the bot. of Japan. p. 399. — Miq. in Ann. mus. Lugd. bat. l. c. p. 35. et Prol. fl. Jap. p. 97.

α. **decumbens** Ait. h. Kew. II. p. 65.

Hab. in paludibus frigidioribus et alpinis totius *Sibiriae orientalis*, *Mandshuriae* borealis et *Kamtschatcae*, neque deest in *America* boreali subarctica.

Sequente minus odorum.

β. **vulgare** Ledeb. l. c.

Hab. in paludibus apertis cum praecedente et seorsim, sed magis meridiem versus descendit. — Late diffusum per borealem partem *Europae*, *Asiae* et *Americae*, in *China* boreali et *Japonia* nondum observatum.

γ. **dilatatum** Wahlbg. Fl. Lapp. p. 103.

Hab. in *Sibiria orientali:* v. gr. ad Chormam, in alpibus, locis humidis, cum var. β. (Stubendorff!), ad Lenam inferiorem (Schachurdin!), prope Ochotzk (Stubendorff!), in jugo Stanowoi orientali (Middendorff!); in *Kamtschatka* rarum videtur (Grote!, neque alii); in *Mandshuria Rossica:* ad Amur inferiorem et in regione litorali, in silvis madidioribus vulgare (ipse!); in *Sachalin* (F. Schmidt); in *Japoniae* insula *Yeso:* in montibus a

Hakodate boreo-orientem versus (fl. coll. Wright!), in vulcano Issan, fine Augusti frf. et iterum florens (ipse!); *Nippon:* prov. Nambu, in alpibus altissimis (fl. frf., Tschonoski!); et similibus locis mediae Nippon, cum *Rh. brachycarpo* consociatum (fl., idem). — Transit praeterea in *Americam:* Sitka!, invenitur in *Altai!*, *Lapponia* rossica, circa *Petropolin!* et vidi imo e *Germania* boreali, minus tamen typicum.

Ad Amur inferiorem, ubi luxuriat, et in Japonia induit saepe formam valde peculiarem; tomentum foliorum nempe totum demum evanescit et folia subtus glauca apparent. Quae forma omnino refert var. β. *Canadensem* DC. *Ledi latifolii* Ait., sed semper sterilem vel fructiferam vidi, florifera enim tomentum retinere videtur. — Var. γ. magis graveolens est quam ceterae varietates.

Curae posteriores.

ad pag. 21. *Rh. Fortunei* Lindl. — Ex specimine vivo juvenili nuper in h. Petrop. accepto, gemmae ovoideae acutae glabrae, squamis margine breve ciliatis. Folia subtus subglaucopallida, minute reticulata et multicostata, costis utrinque 15—20, tenuibus.

ad pag. 37. *Rh. indicum* L. — Huc pertinere videtur icon sine nomine in Banks. Icones Kaempfer. t. 55., et quidem ni fallor ad var. γ. *macranthae* subvar. *Danielsianam.*

ad pag. 45. lin. 9. adde: statura humili, gemmis floriferis squamisque duplo saltem majoribus.

Index.

Synonyma literis italicis exprimuntur.

*

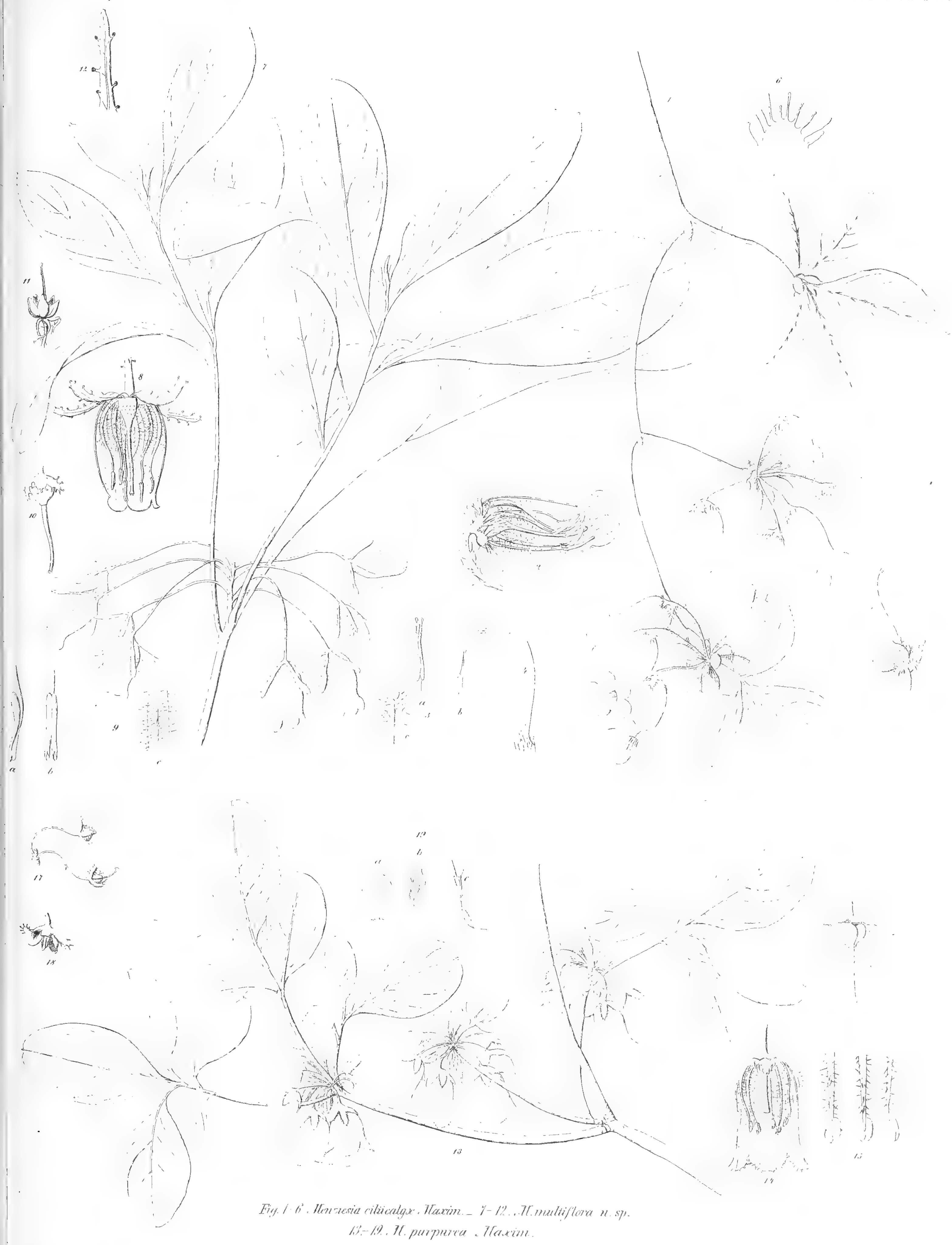


Fig. 1-6. Menziesia ciliicalyx Maxim. _ 7-12. M. multiflora n. sp.
13-19. M. purpurea Maxim.

E. Berens del. ad sicc.
Auctor del. anal.

Lith. A. Munster

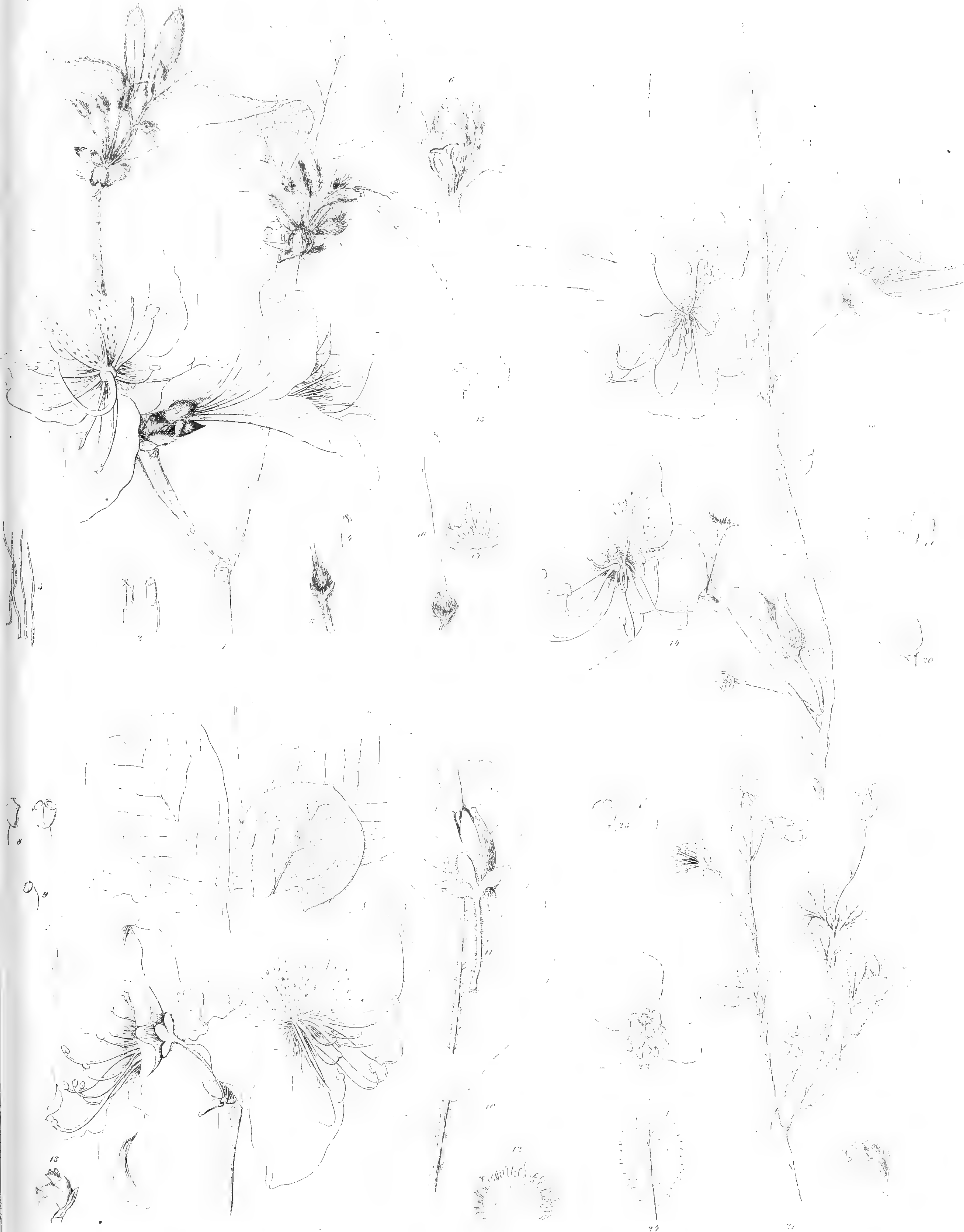


Fig. 1-6. Rhododendron Weyrichii 7-13. Rh. Schlippenbachii 14-20. Rh. Albrechti 21-25 Rh. Redowskianum.

E. Berens del. ad sicc.
Auctor del. anal.

Lith. A. Munster, W. O. 2 Lin. N° 7

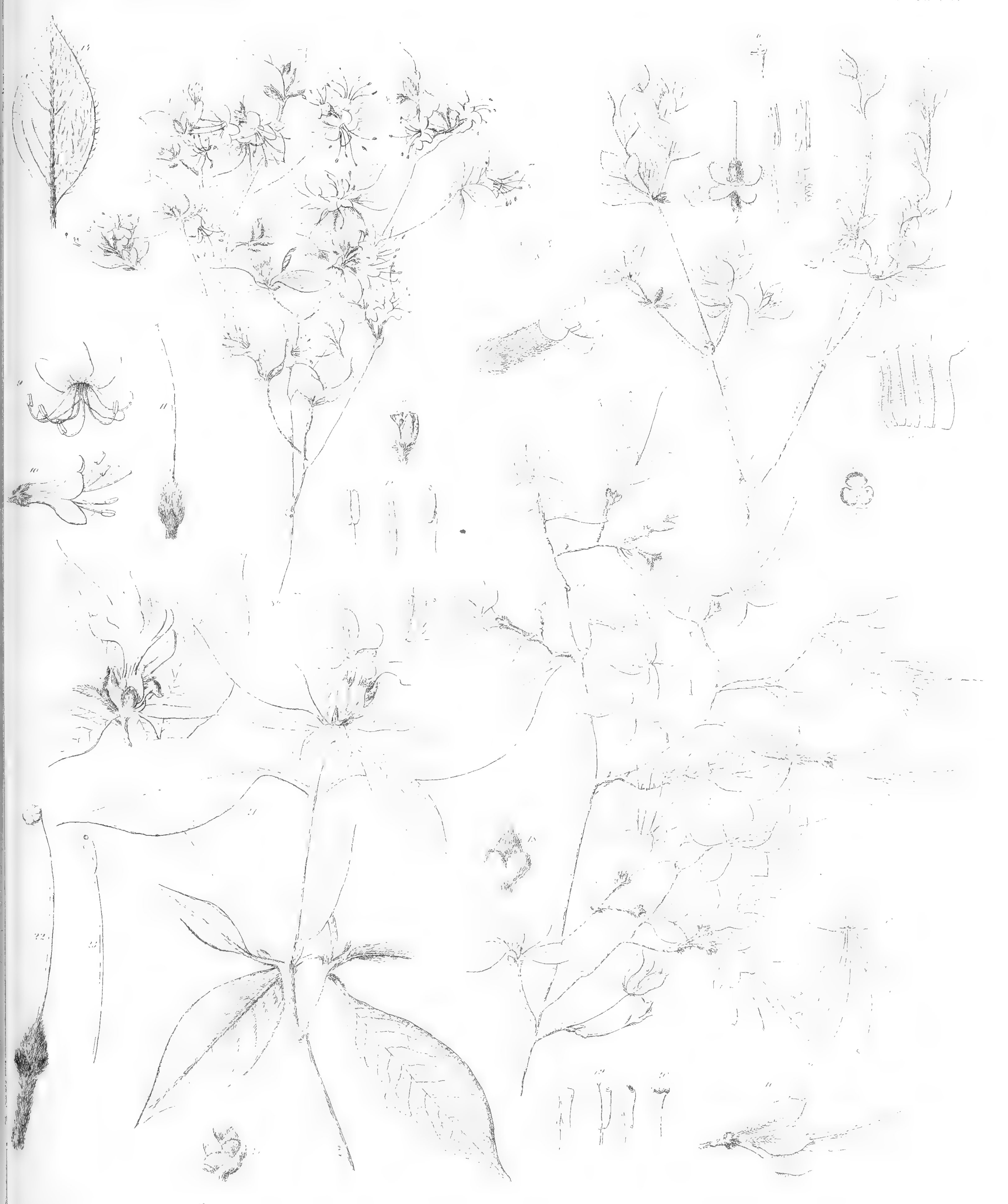


Fig. 1–8. Tsusiophyllum Tanakae n. gen. 8ª–14 Rhododendron Tschonoskii n. sp. 15–20. Rh. macrostemon n. sp. 21–24. Rh. Seniavini n. sp.

[?]ierens del. ad sicc.
Maxim fec. anal.

Lith. A. Münster
Was. Ost. L. № 7

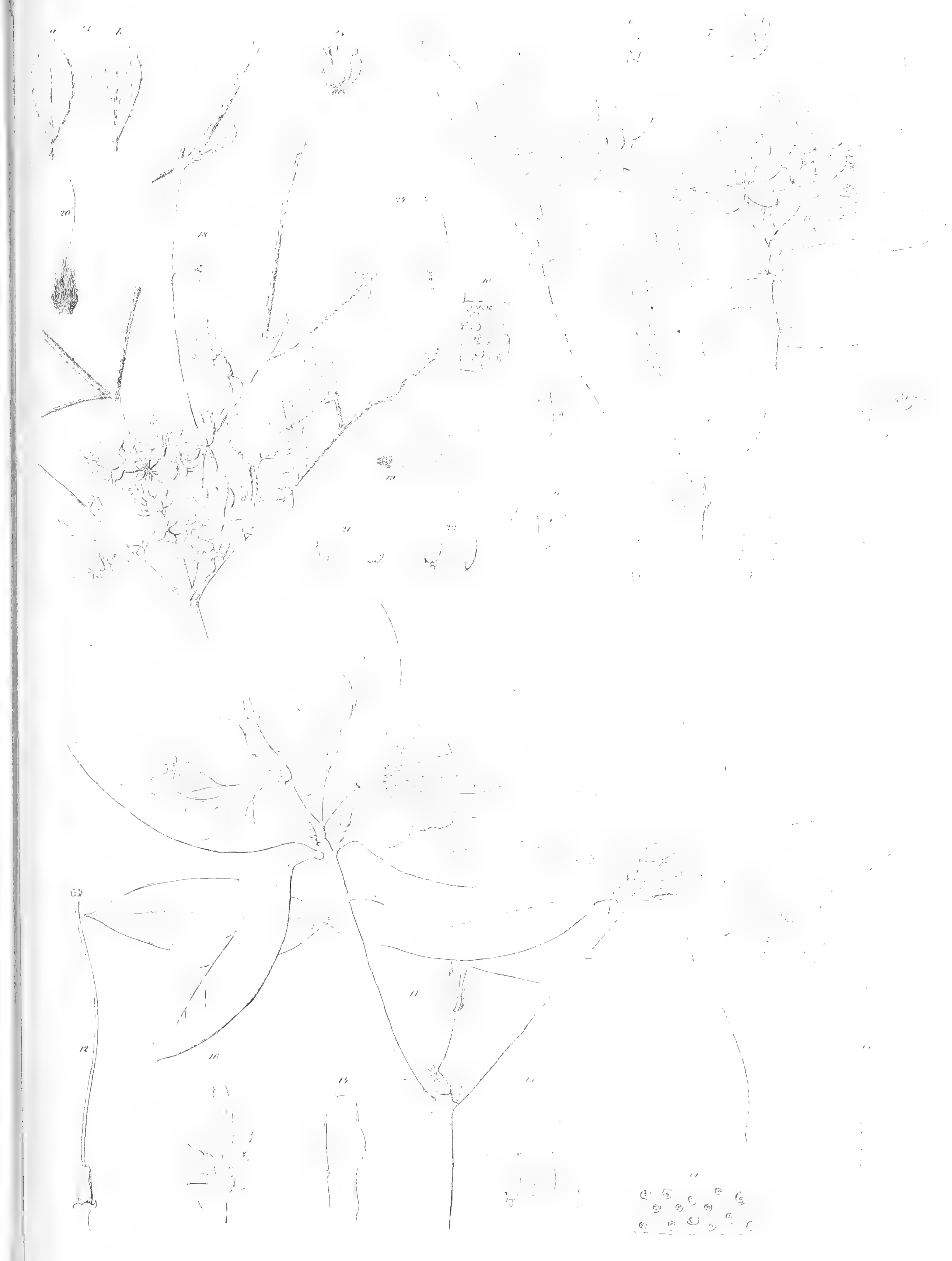


Fig. 1–10. Rhododendron micranthum Turcz., 11–17. Rh. Keiskei Miq. 18–24. Rh. serpyllifolium A. Gray.

E. Betens del. ad nat.
Maxon fec. anal.

Lith. A. Munster
W. O. 2 lin. № 5.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, № 10.

STUDIEN
AUF
DEM GEBIETE DER STÖRUNGSTHEORIE.

I. ENTWICKLUNG EINIGER VERBINDUNGEN ELLIPTISCHER FUNCTIONEN.

VON

Dr. **H. Gyldén.**

Présenté le 19 Mai 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Odessa: M. A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 15 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Février 1871. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 ligne, № 12).

I. Einleitung.

In einem Aufsatze, welcher dem XIV. Bande des «Bulletin de l'Académie Imp. des sc. de St.-Pétersbourg» einverleibt wurde, habe ich die Umrisse eines Verfahrens dargelegt, welches einer geeigneten Ermittelung von Kometenstörungen bestimmt war. Es lag natürlich schon damals in meiner Absicht, den Inhalt des Aufsatzes zum Gegenstande eingehenderer Untersuchungen zu machen, und dieser Absicht habe ich seitdem zu genügen gesucht. Die Untersuchungen betrafen zunächst die Entwickelung der Störungsfunction, welche bei der neuen Form mehrere Eigenthümlichkeiten darbot, jedoch mussten jene gleichzeitig auch in eine andere Bahn gelenkt werden. Das Wesen der gedachten Methode zur Berechnung von Störungen besteht nämlich darin, dass die mittlere Anomalie des störenden Körpers, welche bisher als die eine Veränderliche angenommen wurde, als eine elliptische Amplitude angesehen wird. Alle Ausdrücke, welche trigonometrische Functionen dieser Anomalie enthalten, treten daher als elliptische Functionen auf, die nach den Vielfachen des Arguments entwickelt werden müssen. Allerdings erscheinen derartige Ausdrücke in sehr vielen Fällen als rationale Verbindungen von einfachen elliptischen Functionen, und für solche hat Herr C. O. Meier im 37. Bande des Crelle'schen Journals die Entwickelungscoefficienten angegeben, indem er sich der Darstellungsweise Jacobi's für die Potenzen einfacher elliptischer Functionen in dessen *Fundamenta nova* anschloss. Indessen genügte seine Behandlung dieses Gegenstandes meinem Zwecke nicht. Abgesehen davon, dass meine Methode zur Entwickelung der Störungen hin und wieder auf irrationale Zusammensetzungen von elliptischen Functionen führt, schienen mir die Rechnungsmethoden, wie sie Herrn Meier's Formeln unmittelbar darbieten, häufig durch zweckmässigere ersetzt werden zu können. Namentlich wenn die in einem gegebenen Ausdrucke von elliptischen

Functionen vorkommenden Exponenten oder Indices grössere numerische Werthe erhalten, wird das Bedürfniss nach geeigneteren Rechnungsvorschriften besonders fühlbar, welches nicht unbefriedigt gelassen werden durfte, um den gehofften Erfolg zu sichern. Daher entschloss ich mich, diesen Gegenstand einer meinem Zwecke angemessenen Bearbeitung zu unterwerfen, und halte es für passend, die hierauf bezüglichen Untersuchungen in einer besonderen Abhandlung zu veröffentlichen. Abgesehen von der mehr detaillirten Ausführung der Formeln, welche als Rechnungsvorschriften zu dienen bestimmt sind, unterscheidet sich meine Arbeit von Herrn Meier's noch dadurch, dass ich nirgends Ausdrücke möglichst grosser Allgemeinheit betrachte, sondern aus der speciellen Form eines gegebenen Ausdruckes die möglichst einfache Entwickelungsmethode zu ziehen suche.

Bevor ich zur Darlegung dieser Untersuchungen übergehe, scheint es mir nicht unpassend, die Rolle etwas näher zu bezeichnen, welche die elliptischen Functionen bei der gegenwärtigen Behandlung des Störungsproblems spielen. Die Art und Weise, wie dieselben eingeführt werden können, habe ich allerdings in meiner erwähnten Schrift auseinandergesetzt und werde daher Einiges aus derselben zu wiederholen haben. Indessen muss diese Einführung noch von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet werden, wozu hier der passendste Ort sein dürfte.

Mit der Vertauschung der mittleren Anomalie des störenden Körpers gegen ein elliptisches Integral als neues Argument wird eine Erhöhung der Convergenz in den Störungsausdrücken erreicht. Betrachten wir die Verfolgung dieses Zweckes als eine Aufgabe, zu deren Lösung wir schreiten dürfen, ohne ausserhalb derselben stehende Bedingungen erfüllen zu müssen, so ist dieselbe nicht schwer. Dies bedarf einer näheren Beleuchtung. Drücken wir die Coordinaten des gestörten Körpers, sowie die des störenden durch eine partielle Anomalie aus, so können wir durch eine passende Verlegung der Separationspunkte bewirken, dass die Entfernung der beiden Himmelskörper zum grössten Theile von der zu einem gewissen Zeitpunkte stattfindenden Lage des störenden abhängt. Der analytische Ausdruck für das Quadrat dieser Entfernung erscheint nämlich als die Summe zweier Grössen D und E, von denen bloss die zweite von der partiellen Anomalie abhängt. Wenn die Bahnen der beiden Himmelskörper einander nicht durchschneiden, so dürfen wir annehmen, dass D stets positiv bleibt, sowie dass das Verhältniss $\frac{E}{D}$ eine beliebig kleine Grösse nicht übersteigt, denn wir können die Separationspunkte einander beliebig nahe rücken, und wenn sie zusammenfallen, verschwindet E.

Sowohl D als E können ausgedrückt werden als Functionen der mittleren Anomalie des störenden Körpers, gültig für gewisse, durch endliche Intervalle getrennte Zeitpunkte. Sie sind dabei meistens in der Form unendlicher trigonometrischer Reihen gegeben, bei denen die besagte Anomalie das Argument bildet, und die desto stärker convergiren, je kleiner die Bahnexcentricität des störenden Körpers ist. Bezeichnen wir nun die gegenseitige Entfernung mit (Δ), so ist

$$(\Delta)^2 = D + E,$$

also auch

$$(\Delta)^{-n} = D^{-\frac{n}{2}}\left(1 + \frac{E}{D}\right)^{-\frac{n}{2}}$$

Entwickeln wir den letzten Factor rechter Hand nach den Potenzen von $\frac{E}{D}$, so erhalten wir eine Reihe, deren Convergenz wir beliebig zu vergrössern im Stande sind.

Unseren Voraussetzungen gemäss haben die Grössen D und E die Form

$$\begin{aligned} D &= m_0 + m_1 \operatorname{Cos} c' + m_2 \operatorname{Cos} 2\, c' + \ldots \\ &\quad + n_1 \operatorname{Sin} c' + n_1 \operatorname{Sin} 2\, c' + \ldots \\ E &= M_0 + M_1 \operatorname{Cos} c' + M_2 \operatorname{Cos} 2\, c' + \ldots \\ &\quad + N_1 \operatorname{Sin} c' + N_2 \operatorname{Sin} 2\, c' + \ldots, \end{aligned}$$

wo m_0, m_1 u. s. w. Constanten bezeichnen, M_0, M_1 u. s. w. hingegen Functionen der partiellen Anomalie sind, und c' endlich die Bedeutung der oft erwähnten mittleren Anomalie hat. Den ersten dieser Ausdrücke können wir ferner auf mehreren Wegen in ein Product umsetzen, welches die Form

$$\bar{D} = C\,(1 + f \operatorname{Cos}(c' + F))\,(1 + f' \operatorname{Cos}(c' + F'))^{\pm 1} \cdots (1 + G)$$

hat.

Hier sind C, f, F u. s. w. Constanten, die von m_0, m_1 u. s. w. abhängen, und von denen f der nullten, f' aber der ersten Ordnung in Bezug auf die Excentricität der Bahn des störenden Körpers ist u. s. w. Die Anzahl der Factoren können wir als endlich annehmen, denn mit $1 + G$ bezeichnen wir das Product unendlich vieler solcher, die sich immer mehr und mehr der Einheit nähern. Dieses Product unterscheidet sich selbst von der Einheit um eine Grösse, die man beliebig zu verkleinern im Stande ist, und deren Kleinheit von der Anzahl der Factoren abhängt, welche $1 + G$ vorangehen. Ist dabei die bewusste Excentricität nicht grösser als bei den Hauptplaneten unseres Sonnensytems, so genügt eine sehr mässige Anzahl von Factoren, damit G äusserst klein ausfällt.

Ist die gegenseitige Lage der Bahnen eine solche, dass die in denselben sich bewegenden Körper einander sehr nahe kommen können, so wird sich die Grösse f nur sehr wenig von der Einheit unterscheiden. Die negativen Potenzen des Factors

$$1 + f \operatorname{Cos}(c' + F)$$

führen daher auf sehr langsam convergirende Reihen, wenn man sie nach den Vielfachen von $c' + F$ entwickelt. Bei den übrigen Factoren ist dies nicht der Fall, denn ihre Entwickelungen zeichnen sich, des kleinen Betrages der Excentricität wegen, durch eine bedeutende Convergenz aus.

Angenommen nun, alle auf rasch convergirende Reihen führenden Entwickelungen wären ausgeführt, so erlangen wir, indem wir der Kürze wegen setzen

$$D_1 = m\,(1 + f \operatorname{Cos}(c' + F))$$

ein Resultat der Form

$$\text{(A)} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (\Delta)^{-n} = Q_0 D_1^{-\frac{n}{2}} + Q_1 D_1^{-\frac{n+2}{2}} + Q_2 D_1^{-\frac{n+4}{2}} + \cdots,$$

wo die Q in Bezug auf $c' + F$ allerdings unendliche Reihen bilden, aber doch bloss eine mässige Anzahl Glieder enthalten. Man kann sie dabei nach Umständen als aus bloss linearischen Cosinussen und Sinussen zusammengesetzt denken, oder auch als aus Potenzen und Producten solcher. Die Grösse m bezeichnet das Product der Constante C mit solchen Factoren, die bei den Reihenentwickelungen als constante Glieder auftreten, und die sich sehr wenig von der Einheit unterscheiden.

Wie elliptische Functionen eingeführt werden sollen, und zu welchem Zwecke, liegt jetzt auf der Hand. In der That, setzen wir

$$f = \frac{2k_1}{1 + k_1^2}$$

$$k^2 = \frac{4k_1}{(1 + k_1)^2},$$

so verwandelt sich der vorhergehende Ausdruck von D_1 in einen der folgenden:

$$D_1 = \frac{m}{1 + k_1^2}\,(1 + 2k_1 \operatorname{Cos}(c' + F) + k_1^2)$$

oder

$$D_1 = m\,\frac{(1 + k_1)^2}{1 + k_1^2}\,(1 - k^2 \operatorname{Sin} \tfrac{1}{2}(c' + F)^2)$$

Es liegt nun nahe, den Winkel $\frac{1}{2}(c' + F)$ mit einer zu dem Modul k gehörigen elliptischen Amplitude zu identificiren, indem wir setzen

$$\tfrac{1}{2}(c' + F) = am\,\frac{2K}{\pi}\,x, \text{ mod. } k$$

oder

$$\frac{2K}{\pi}x = \int_0^{\frac{1}{2}(c' + F)} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin\varphi^2}},$$

wobei K, wie üblich, das vollständige elliptische Integral erster Gattung bedeutet. Es wird hierauf

$$D_1 = m \frac{(1+k_1)^2}{1+k_1^2} \left(\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x\right)^2$$

Die in den Grössen Q des Ausdruckes (A) vorkommenden Functionen von c' gehen nun ebenfalls in elliptische Functionen über, und zwar in rationale Zusammensetzungen von $\sin am \frac{2K}{\pi}x$ und $\cos am \frac{2K}{\pi}x$. Jedes Glied in dem Ausdrucke (A) enthält daher blos sehr convergente Reihen von rationalen Verbindungen der drei einfachen elliptischen Functionen, die wiederum in rasch convergirende Reihen nach dem Vielfachen des Arguments zerlegt werden können.

Dieses einfache Verfahren, ein elliptisches Integral als Argument einzuführen, verliert seine Kraft, wenn die Wahl des Moduls und der Amplitude an die Erfüllung gewisser Bedingungen gebunden ist. Es ist nämlich gerade der Umstand, dass wir k als Modul und $\frac{1}{2}(c'+F)$ als Amplitude wählen dürften, welche die Darstellung des Factors $1-k^2 \sin \frac{1}{2}(c'+F)^2$ als das Quadrat von der einfachen elliptischen Function Δ möglich machte. Eine solche Bedingung, durch deren Erfüllung wir die spätere Verbindung der Störungsausdrücke in den verschiedenen Theilen der Bahn wesentlich erleichtern, giebt es aber. Sie besteht darin, dass in allen durch Einführung partieller Anomalien von einander getrennten Theilen der Bahn derselbe Modul und dieselbe Amplitude eingehen sollen. Es muss mit anderen Worten, dasselbe elliptische Integral in allen Theilen der Bahn eingeführt werden. Indessen giebt es Fälle, wo es zweckmässig ist, auf den Vortheil einer solchen Erleichterung zu verzichten, z. B. wenn die beiden Körper einander sehr nahe kommen können in mehr als einem Punkte ihrer Bahnen.

Die Ausdrücke, welche wir mit Q bezeichnet haben, werden zwar in allen Theilen der Bahn sehr convergente Reihen sein und solche verbleiben nach der Einführung elliptischer Functionen in beliebiger Weise, aber die Grösse D_1 lässt sich nicht überall als dieselbe einfache elliptische Function ausdrücken. Die Grösse f, sowie der constante Winkel F erhalten nämlich in verschiedenen Theilen der Bahn ungleiche Werthe, so dass, wenn wir bereits die Wahl des Moduls und der Amplitude getroffen haben, die Grösse D_1 im Allgemeinen die Form

$$\textbf{(B)} \ldots\ldots\ldots D_1 = M\left\{1+2l_1 \cos\left\{2\, am\left(\frac{2K}{\pi}x, k\right)+F_1-F\right\}+l_1^2\right\}$$

oder

$$\textbf{(B')} \ldots\ldots\ldots D_1 = M_1\left\{1-l^2\left\{\sin\left(am\left(\frac{2K}{\pi}x, k\right)+\tfrac{1}{2}(F_1-F)\right)\right\}^2\right\}$$

M und M_1 bezeichnen hier Constanten, und es ist

$$l^2 = \frac{4\, l_1}{(1+l_1)^2}$$

Ausserdem können wir annehmen, dass l in k übergeht, wenn die Differenz $F_1 - F$ verschwindet. Das Umgekehrte findet jedoch nicht statt, denn ganz gleichen Werthen von k und l können sehr grosse Unterschiede in den Winkeln F und F_1 entsprechen, wie es z. B. der Fall ist, wenn die beiden Körper in zwei verschiedenen Punkten einander nahe kommen können.

Die Entwickelung des Ausdruckes (A) nach dem Argumente x ist aber in den Fällen, wo D_1 nicht als eine einfache elliptische Function dargestellt werden soll, von der Entwickelung der negativen Potenzen eines Ausdruckes der Form (B) oder (B') abhängig gemacht. Hiermit sind wir zu einer Aufgabe geführt worden, für deren Lösung bis jetzt sehr wenig geschehen ist. Es ist auch nicht gegenwärtig meine Absicht, diese Aufgabe in ihrem ganzen Umfange zu behandeln, sondern blos eine Lösung derselben anzugeben.

Da l_1 jedenfalls kleiner als die Einheit angenommen werden muss, so ist die Entwickelung

$$\left(\frac{D_1}{M}\right)^{-\frac{\nu}{2}} = \alpha_0^{(\nu)} - 2\,\alpha_2^{(\nu)} \cos\left(2\, am\, \frac{2K}{\pi} x + F_1 - F\right) + 2\,\alpha_4^{(\nu)} \cos 2\left(2\, am\, \frac{2K}{\pi} x + F_1 - F\right) \cdots$$

stets convergent, wenn x auf reelle Werthe beschränkt bleibt. Die Coefficienten $\alpha_\mu^{(\nu)}$ erhält man dabei in bekannter Weise ohne sonderliche Mühe.

Gelingt es uns nun auch, die folgenden Entwickelungen herzustellen

$$\cos 2n\, am\, \frac{2K}{\pi} x = \Gamma_0^{(2n)} + 2\,\Gamma_2^{(2n)} \cos 2x + 2\,\Gamma_4^{(2n)} \cos 4x + \ldots$$

$$\sin 2n\, am\, \frac{2K}{\pi} x = 2\,\Sigma_2^{(2n)} \sin 2x + 2\,\Sigma_4^{(2n)} \sin 4x + \ldots,$$

so erlangen wir leicht als das gesuchte Resultat

$$\begin{aligned}\left(\frac{D_1}{M}\right)^{-\frac{\nu}{2}} &= \alpha_0^{(\nu)} - 2\alpha_2^{(\nu)} \Gamma_0^{(2)} \cos(F_1 - F) + 2\alpha_4^{(\nu)} \Gamma_0^{(4)} \cos 2(F_1 - F)\\ &- 4\left\{\alpha_2^{(\nu)} \Gamma_2^{(2)} \cos(F_1 - F) - \alpha_4^{(\nu)} \Gamma_2^{(4)} \cos 2(F_1 - F) + \cdots\right\} \cos 2x\\ &+ 4\left\{\alpha_2^{(\nu)} \Sigma_2^{(2)} \sin(F_1 - F) - \alpha_4^{(\nu)} \Sigma_2^{(4)} \sin 2(F_1 - F) + \cdots\right\} \sin 2x\\ &- 4\left\{\alpha_2^{(\nu)} \Gamma_4^{(2)} \cos(F_1 - F) - \alpha_4^{(\nu)} \Gamma_4^{(4)} \cos 2(F_1 - F) + \cdots\right\} \cos 4x\\ &+ \cdots\end{aligned}$$

Wir entnehmen hieraus, dass die Entwickelung derjenigen rationalen Verbindungen von $\sin am \frac{2K}{\pi} x$ und $\cos am \frac{2K}{\pi} x$, welche durch die Ausdrücke $\sin n\, am \frac{2K}{\pi} x$ und $\cos n\, am \frac{2K}{\pi} x$ repräsentirt werden, eine besonders wichtige Rolle bei unseren Unter-

suchungen spielen. Es wird sich aber sogleich zeigen, dass dieselben hierbei noch in anderer Weise wichtige Anwendungen finden werden. Setzen wir nämlich

$$am\left(\frac{2K}{\pi}x, k\right) + \tfrac{1}{2}(F_1 - F) = am\left(\frac{2L}{\pi}y, l\right),$$

indem L das zum Modul l gehörende vollständige Integral erster Gattung bezeichnet, so wird man leicht ein Resultat der Form

$$\left(\frac{D_1}{M_1}\right)^{-\frac{\nu}{2}} = \left\{\Delta am\frac{2L}{\pi}y\right\}^{-\nu} = A_0^{(\nu)} - 2A_2^{(\nu)}\cos 2y + \cdots$$

erhalten. Gelingt es uns aber, die Entwickelungscoefficienten der Reihe

$$\cos 2iy = \gamma_0^{(2i)} + 2\gamma_2^{(2i)}\cos 2\,am\frac{2L}{\pi}y + 2\gamma_4^{(2i)}\cos 4\,am\frac{2L}{\pi}y + \cdots$$

zu bestimmen, so erlangen wir als ein erstes Ergebniss für die α-Coefficienten folgende Ausdrücke:

$$\alpha_0^{(\nu)} = (1 + l_1)^{-\nu}\{A_0^{(\nu)} - 2A_2^{(\nu)}\gamma_0^{(2)} + 2A_4^{(\nu)}\gamma_0^{(4)} - \cdots\}$$

$$2\alpha_2^{(\nu)} = 4(1 + l_1)^{-\nu}\{A_2^{(\nu)}\gamma_2^{(2)} - A_4^{(\nu)}\gamma_2^{(4)} + \cdots\}$$

u. s. w.

Dies ist nun freilich an und für sich von keiner besonderen Wichtigkeit, aber wir können leicht weiter gehen und die Entwickelung von $(\Delta)^{-n}$ ganz und gar nach dem Vielfachen von y herstellen, welches unseren Voraussetzungen gemäss viel leichter ist als die nach dem Vielfachen von x. Besitzen wir nun auch die Entwickelung

$$\sin 2iy = 2\sigma_2^{(2i)}\sin 2\,am\frac{2L}{\pi}y + 2\sigma_4^{(2i)}\sin 4\,am\frac{2L}{\pi}y + \cdots,$$

so können wir erstens y überall durch $am\frac{2L}{\pi}y$ ersetzen und daher auch $(\Delta)^{-n}$ als Function von $am\frac{2K}{\pi}x$ angeben, worauf die Entwickelung nach dem Argumente x ausgeführt werden kann. Die Möglichkeit, in jedem Augenblicke Modul und Amplitude gegen neue Werthe vertauschen zu können, ist noch daher von Wichtigkeit, weil Fälle denkbar sind, wo solches sich im Laufe einer Rechnung als zweckmässig herausstellen kann.

Führt man die angedeuteten Operationen aus, so erlangt man

$$\begin{aligned}\cos 2iy = {} & \gamma_0^{(2i)} + 2\gamma_2^{(2i)}\Gamma_0^{(2)}\cos(F_1 - F) + 2\gamma_4^{(2i)}\Gamma_0^{(4)}\cos 2(F_1 - F) + \cdots \\ & + 4\{\gamma_2^{(2i)}\Gamma_2^{(2)}\cos(F_1 - F) + \gamma_4^{(2i)}\Gamma_2^{(4)}\cos 2(F_1 - F) + \cdots\}\cos 2x \\ & - 4\{\gamma_2^{(2i)}\Sigma_2^{(2)}\sin(F_1 - F) + \gamma_4^{(2i)}\Sigma_2^{(4)}\sin 2(F_1 - F) + \cdots\}\sin 2x\end{aligned}$$

$$+ 4\{\gamma_2^{(2i)}\,\Gamma_4^{(2)}\cos(F_1 - F) + \gamma_4^{(2i)}\,\Gamma_4^{(4)}\cos 2\,(F_1 - F) + \cdots\}\cos 4\,x$$
$$- \cdots$$

$$\sin 2\,iy = 4\{\sigma_2^{(2i)}\,\Sigma_2^{(2)}\cos(F_1 - F) + \sigma_4^{(2i)}\,\Sigma_2^{(4)}\cos 2\,(F_1 - F) + \cdots\}\sin 2\,x$$
$$+ 4\{\sigma_2^{(2i)}\,\Gamma_2^{(2)}\sin(F_1 - F) + \sigma_4^{(2i)}\,\Gamma_2^{(4)}\sin 2\,(F_1 - F) + \cdots\}\cos 2\,x$$
$$+ 4\{\sigma_2^{(2i)}\,\Sigma_4^{(2)}\cos(F_1 - F) + \sigma_4^{(2i)}\,\Sigma_4^{(4)}\cos 2\,(F_1 - F) + \cdots\}\sin 4\,x$$
$$+ \cdots$$

In diesen Ausdrücken hängen die Coefficienten γ und σ von dem Modul l, die Coefficienten Γ und Σ hingegen von dem Modul k ab. Zwischen diesen Coefficienten, wenn sie alle zu demselben Modul gehören, finden aber sehr einfache Beziehungen statt, die sogleich hier dargelegt werden sollen. Als Entwickelungscoefficienten periodischer Reihen lassen sich die fraglichen Grössen vermittelst bestimmter Integrale ausdrücken; wir haben also

$$\Gamma_i^{(n)} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,\cos i\,x\,dx$$

$$\Sigma_i^{(n)} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \sin n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,\sin i\,x\,dx$$

$$\gamma_n^{(i)} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \cos i\,x\cos n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,d.\,am\,\frac{2K}{\pi}x$$

$$\sigma_n^{(i)} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi \sin i\,x\sin n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,d.\,am\,\frac{2K}{\pi}x$$

Nun ist aber

$$\cos n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,d.\,am\,\frac{2K}{\pi}x = \frac{1}{n}\,\frac{d.\sin n\,am\frac{2K}{\pi}x}{dx}.\,dx$$

$$\sin n\,am\,\frac{2K}{\pi}x\,d.\,am\,\frac{2K}{\pi}x = -\frac{1}{n}\,\frac{d.\cos n\,am\frac{2K}{\pi}x}{dx}.dx$$

Substituiren wir diese Werthe in den beiden letzten Integralen und integriren wir darauf theilweise, so ergiebt sich in Berücksichtigung der beiden ersten Integralformeln

$$\gamma_n^{(i)} = \frac{i}{n} \Sigma_i^{(n)}$$

$$\sigma_n^{(i)} = \frac{i}{n} \Gamma_i^{(n)}$$

Diese Ausdrücke gelten jedoch nicht für den Fall, wo $n = o$; alsdann hat man

$$\sigma_0^{(i)} = o$$

$$\gamma_0^{(i)} = \frac{2K}{\pi} \cdot \frac{1}{\pi} \int_o^\pi \Delta am \frac{2K}{\pi} x \cos ix\, dx,$$

also unter Annahme, dass i eine durch 2 theilbare Zahl bezeichnet,

$$\gamma_0^{(i)} = \frac{2 q^{\frac{i}{2}}}{1 + q^i}$$

Die Bestimmung der Coefficienten γ und σ führt uns also wieder auf die von Γ und Σ. Man könnte allerdings die Sache von einem umgekehrten Standpunkte aus betrachten und die Bestimmung von Γ und Σ von der Ermittelung der Grössen γ und σ abhängig machen. Es wird sich aber zeigen, dass wir im Stande sind, für jene eine Anzahl Eigenschaften leicht zu entdecken, die eine leichte Berechnungsweise derselben begründen. Bei den Grössen γ und σ finden wohl analoge Eigenschaften statt, allein sie liegen mehr verborgen und sind daher im Allgemeinen weniger geeignet, Regeln für die numerische Rechnung zu begründen. Ich sehe daher die Untersuchungen über die Functionen Γ und Σ als einen Hauptgegenstand der vorliegenden Abhandlung an und meine, dieselben in einer meinem Zwecke entsprechenden Weise durchgeführt zu haben. Wohl kann es sein, dass der eine oder der andere Leser einige Punkte für zu ausführlich oder auch einige für zu kurz abgehandelt hält, allein es musste eine Auswahl von dem sich immer mehr und mehr ansammelnden Stoffe getroffen werden. An einigen Stellen habe ich mit blossen Andeutungen mich begnügen zu müssen geglaubt. Dabei ist es wohl möglich, dass ich nicht immer die richtige Grenze eingehalten habe, jedoch hoffe ich, dass von dem, was zur Bequemlichkeit der numerischen Rechnung dienen kann, nichts Wesentliches übergangen worden ist.

Die Functionen $\Gamma_i^{(n)}$ und $\Sigma_i^{(n)}$ stehen ferner in einer einfachen Relation zu den Entwickelungscoefficienten der ersten Potenz von Sinus der Amplitude, jedoch so, dass ein gewisser Factor der letzteren mit dem Modul k_1 berechnet werden muss, wenn jene zu dem Modul k gehören. Aus diesem Grunde werden die Entwickelungen dieser Functionen,

sowie überhaupt die von Potenzen einfacher elliptischer Functionen in den vorliegenden Untersuchungen aufgenommen. Die Regeln für die Ausführung der dabei vorkommenden numerischen Rechnungen finden sich in dem ersten Abschnitte zusammengestellt.

II. Entwickelung von Potenzen einfacher elliptischer Functionen.

§ 1.

Die Gleichungen, welche als Grundlage der in der Ueberschrift genannten Entwickelungen dienen, sind die folgenden:

$$(1)\begin{cases} \dfrac{d^2 \sin am\, u^n}{du^2} = n(n-1)\sin am\, u^{n-2} - n.\,n\,(1+k^2)\sin am\, u^n + n(n+1)k^2 \sin am\, u^{n+2} \\ \dfrac{d^2 \cos am\, u^n}{du^2} = n(n-1)k'^2 \cos am\, u^{n-2} + n.n(1-2k'^2)\cos am\, u^n - n(n+1)k^2 \cos am\, u^{n+2} \\ \dfrac{d^2\, \Delta\, am\, u^n}{du^2} = -n(n-1)k^2\, \Delta am\, u^{n-2} + n.n\,(1+k'^2)\,\Delta\, am\, u^n - n(n+1)\,\Delta\, am\, u^{n+2} \end{cases}$$

Sie können zwar jede für sich sehr leicht abgeleitet werden, sie folgen aber auch aus einander, wie Jacobi in den *Fundamenta nova* gezeigt hat. So ergiebt sich z. B. die zweite dieser Gleichungen aus der ersten durch die Bemerkung, dass

$$\sin am\,(k'(K-u),\ \sqrt{-1}\,\tfrac{k}{k'}) = \cos am\, u$$

Die fraglichen Entwickelungen stelle ich nun durch folgende Ausdrücke dar:

$$\left(\sin am \frac{2K}{\pi}x\right)^{2n} = X_0^{(n)} - \frac{8q}{1-q^2}X_2^{(2n)}\cos 2x - \frac{16q^2}{1-q^4}X_4^{(2n)}\cos 4x - \cdots$$

$$\left(\sin am \frac{2K}{\pi}x\right)^{2n+1} = \frac{4\sqrt{q}}{1-q}X_1^{(2n+1)}\sin x + \frac{4\sqrt{q^3}}{1-q^3}X_3^{(2n+1)}\sin 3x + \cdots$$

$$\left(\cos am \frac{2K}{\pi}x\right)^{2n} = Y_0^{(2n)} + \frac{8q}{1-q^2}Y_2^{(2n)}\cos 2x + \frac{16q^2}{1-q^4}Y_4^{(2n)}\cos 4x + \cdots$$

$$\left(\cos am \frac{2K}{\pi}x\right)^{2n+1} = \frac{4\sqrt{q}}{1+q}Y_1^{(2n+1)}\cos x + \frac{4\sqrt{q^3}}{1+q^3}Y_3^{(2n+1)}\cos 3x + \cdots$$

$$\left(\Delta\, am \frac{2K}{\pi}x\right)^{2n} = Z_0^{2n} + \frac{8q}{1-q^2}Z_2^{(2n)}\cos 2x + \frac{16q}{1-q^4}Z_4^{(2n)}\cos 4x + \cdots$$

$$\left(\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x\right)^{2n+1} = Z_0^{(2n+1)} + \frac{4q}{1+q^2} Z_2^{(2n+1)} \cos 2x + \frac{4q^2}{1+q^4} Z_4^{(2n+1)} \cos 4x + \cdots$$

In allen diesen Ausdrücken bezeichnet k' den zu k gehörigen complementären Modul, so dass

$$1 = k^2 + k'^2$$

Bezeichnet man ferner K' das zu k' gehörige vollständige Integral erster Gattung, so ist die Bedeutung von q aus der Formel

$$q = e^{-\pi \frac{K'}{K}}$$

zu ersehen.

Für die mit X, Y und Z bezeichneten Coefficienten leitet man mit Hülfe der Gleichungen (1) sehr leicht die folgenden Recursionsgleichungen ab, die auch bei numerischen Rechnungen häufig Anwendung finden können.

$$(2)\left\{\begin{aligned}
&(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X_{2i}^{(2n)} \\
&= -2n(2n-1)\, X_{2i}^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(1+k^2)\, X_{2i}^{(2n)} - 2n(2n+1)k^2 X_{2i}^{(2n+2)}, \\
&-(2i+1)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 X_{2i+1}^{(2n+1)} \\
&= (2n+1)\,2n\, X_{2i+1}^{(2n-1)} - (2n+1)^2(1+k^2) X_{2i+1}^{(2n+1)} + (2n+1)(2n+2)k^2 X_{2i+1}^{(2n+3)}, \\
&-(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Y_{2i}^{(2n)} \\
&= 2n(2n-1)\,k'^2 Y_{2i}^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n\,.\,(1-2k'^2)\, Y_{2i}^{(2n)} - 2n(2n+1)k^2\, Y_{2i}^{(2n+2)}, \\
&-(2i+1)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Y_{2i+1}^{(2n+1)} \\
&= (2n+1)\,2nk'^2\, Y_{2i+1}^{(2n-2)} + (2n+1)^2(1-2k'^2)\, Y_{2i+1}^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\, Y_{2i+1}^{(2n+3)}, \\
&-(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Z_{2i}^{(2n)} \\
&= -2n(2n-1)k'^2 Z_{2i}^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(1+k'^2) Z_{2i}^{(2n)} - 2n(2n+1) Z_{2i}^{(2n+2)}, \\
&-(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Z_{2i}^{(2n+1)} \\
&= -(2n+1)\,2nk'^2\, Z_{2i}^{(2n-1)} + (2n+1)^2(1+k'^2)\, Z_{2i}^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2) Z_{2i}^{(2n+3)},
\end{aligned}\right.$$

§ 2.

Von den zuletzt angeführten Gleichungen, die dazu dienen sollen, die betreffenden Coefficienten nach und nach zu berechnen, erfüllen eigentlich nur die beiden letzten ihren Zweck vollständig. Insofern man nämlich hier von den zu niederen n-Werthen gehörigen Coefficienten zu den höheren hinaufsteigt, so verlieren die vier ersten ihre practische Brauchbarkeit in dem Maasse, wie k kleiner wird. Wenn man aber nicht die Coefficienten selbst, sondern die Verhältnisse je zweier auf einander folgender als Bestimmungsgrössen einführt, so lassen sich die betreffenden Gleichungen nach einer Methode behandeln, die von Hansen herrührt, und welche im Laufe dieser Abhandlung mehrfache Anwendung finden wird.

Wir wenden uns also zunächst an die erste der Gleichungen (2) und setzen in derselben

$$\frac{X_{2i}^{(2n)}}{X_{2i}^{(2n-2)}} = p_{2n}; \quad \frac{X_{2i}^{(2n+2)}}{X_{2i}^{(2n)}} = p_{2n+2}; \quad \text{u. s. w.};$$

die ursprüngliche Gleichung geht alsdann in die folgende über:

$$\textbf{(a)} \,..\, o = -2n(2n-1) + \left[(2n)^2 (1+k^2) - (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right] p_{2n} - 2n(2n+1) k^2 p_{2n} p_{2n+2}$$

Es sei ferner

$$p_{2n} = F_{2n} \gamma_{2n}$$

$$F_{2n} = \frac{2n(2n-1)}{(2n)^2 (1+k^2) - (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}$$

$$\lambda_{2n} = \frac{(2n-2)(2n-1)^2 \, 2n \, k^2}{\left[(2n)^2 (1+k^2) - (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]\left[2n-2)^2 (1+k^2) - (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

$$= \frac{2n-1}{2n-3} k^2 F_{2n} F_{2n-2} \, ,$$

so reducirt sie sich auf die folgende:

$$1 = \gamma_{2n} - \lambda_{2n} \gamma_{2n+2} \gamma_{2n+2}$$

und diese giebt sofort zu dem folgenden Kettenbruch Veranlassung

$$\gamma_{2n} = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\lambda_{2n+2}}{1 - \cfrac{\lambda_{2n+4}}{1 - \dots}}}$$

Bei unendlich wachsenden n nähern sich die λ_{2n} der Grenze

$$\lambda_\infty = \frac{k^2}{(1+k^2)^2},$$

wozu der Werth

$$\gamma_\infty = 1 + k^2$$

gehört. Setzt man demnach

$$\gamma_{2n} = f_{2n}(1+k^2)\left(1 - \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\frac{\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}{1+k^2}\right),$$

so ist f_{2n} eine Grösse, welche die Einheit zur Grenze hat. Die Recursionsgleichung für γ geht nun in die folgende über

$$1 = f_{2n}\left\{1 + k^2 - \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 - \frac{(2n+1)^2}{2n(2n+2)}k^2 f_{2n+2}\right\}$$

Man bemerkt leicht, dass f_{2n} sich von der Einheit um eine Grösse f'_{2n} unterscheidet, welche in Bezug auf $\frac{i}{n}$ von der zweiten Ordnung ist; setzen wir also in der obigen Gleichung

$$f_{2n} = 1 + f'_{2n}$$

und vernachlässigen Alles, was in Bezug auf $\frac{i}{n}$ höherer Ordnung als die zweite ist, so wird, wenn wir zur Abkürzung setzen

$$\xi^2 = (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2,$$

$$-\frac{\xi^2}{(2n)^2} + \frac{k^2}{2n(2n+2)} = f'_{2n} - k^2 f'_{2n+2}$$

Nun ist die Differenz $f'_{2n} - f'_{2n+2}$ jedenfalls von einer höheren Ordnung als der zweiten; wir vernachlässigen also auch diese Differenz, indem wir

$$f'_{2n} = f'_{2n+2}$$

setzen und erhalten hieraufbis auf Grössen dritter Ordnung genau

$$f'_{2n} = \frac{1}{(2n+1)^2} \frac{\xi^2 + k^2}{1 - k^2}$$

Um die Genauigkeit weiter zu treiben, setze ich nun

$$f_{2n} = 1 + \frac{1}{(2n+1)^2} \frac{\xi^2 + k^2}{1 - k^2} + f''_{2n}$$

Die Grösse f''_{2n} ist von der dritten Ordnung in Bezug auf $\frac{i}{n}$; vernachlässigen wir Alles, was höherer Ordnung ist und setzen wir demgemäss

$$f''_{2n} = f''_{2n+2},$$

so erlangen wir

$$f''_{2n} = \frac{4k^2 + 6k^2\xi^2 - 2\xi^2}{(2n+1)^3 (1 - k^2)^2}$$

Der asymptolische Ausdruck

$$f_{2n} = 1 + \frac{1}{(2n+1)^2} \frac{\xi^2 + k^2}{1 - k^2} + \frac{4k^4 + 6k^2\xi^2 - 2\xi^2}{(2n+1)^3 (1 - k^2)^2}$$

ist also genau bis auf Grössen vierter Ordnung in Bezug auf $\frac{i}{n}$.

Hansen giebt in ähnlichen Fällen den für grosse Werthe des Index geltenden Näherungsausdrücken die Form eines Kettenbruches. Um sein Verfahren (Entwickelung des Products einer Potenz etc. Art. 6) auf unseren Fall anzuwenden, sei

$$a_{2n} = k^2 - \frac{\xi^2}{(2n)^2}$$

$$b_{2n} = \frac{(2n+1)^2}{2n(2n+2)} k^2$$

$$r_{2n} = b_{2n} - a_{2n}$$

$$s_{2n} = r_{2n+2} + a_{2n} \frac{r_{2n+2}}{r_{2n}}$$

$$t_{2n} = s_{2n+2} - a_{2n} \frac{r_{2n+2}}{r_{2n}}$$

$$u_{2n} = t_{2n+2} + a_{2n} \frac{r_{2n+2}}{r_{2n}} \frac{t_{2n+2}}{t_{2n}}$$

u. s. w.;

der betreffende Kettenbruch wird alsdann

$$f_{2n} = \cfrac{1}{1 - \cfrac{r_{2n}}{1 - \cfrac{s_{2n}}{1 - \cfrac{t_{2n}}{1 - \text{etc.}}}}}$$

Oft wird man auf einfache Ausdrücke geführt, wenn man die Werthe für a und b in den Formeln für r, s, t u. s. w. einführt; hier ist dieses nur in geringem Grade der Fall, und somit habe ich die fragliche Substitution unterlassen, obgleich dadurch die Brauchbarkeit des Kettenbruches einigermaassen beschränkt worden ist.

Wenn die Reihe der zu berechnenden X-Coefficienten nicht lang ist, d. h. wenn grosse Werthe von n überhaupt nicht berücksichtigt zu werden brauchen, so ist es vortheilhaft — zumal wenn k sich der Einheit nähert — die soeben beobachtete Reihenfolge der Rechnungsoperationen umzukehren. Statt also von den höheren Indices zu den niederen herabzusteigen, wollen wir jetzt von den kleinsten Werthen von n zu den grössten, die überhaupt in Betracht kommen, heransteigen. Zu diesem Zwecke sei, indem p_{2n} seine vorige Bedeutung behält,

$$p_{2n} = \frac{1}{q_{2n-2}}; \; p_{2n+2} = \frac{1}{q_{2n}}; \quad \text{u. s. w.}$$

Die Gleichung (a) geht nun in die folgende über:

$$(\mathfrak{b}) \ldots .\ o = \left[(2n)^2 \,(1 + k^2) - (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right] q_{2n} - 2n\,(2n - 1)\, q_{2n-2}\, q_{2n} - 2n\,(2n + 1)\,k^2.$$

Führen wir hier folgende Grössen ein:

$$q_{2n} = G_{2n}\, \delta_{2n}$$

$$G_{2n} = \frac{2n\,(2n+1)k^2}{(2n)^2\,(1+k^2) - (2i)^2\left(\dfrac{2K}{\pi}\right)^2}$$

$$\varkappa_{2n} = \frac{2n\,(2n+1)^2\,(2n+2)k^2}{\left[(2n)^2\,(1+k^2) - (2i)^2\left(\dfrac{2K}{\pi}\right)^2\right]\left[(2n+2)\,(1+k^2) - (2i)^2\left(\dfrac{2K}{\pi}\right)^2\right]}$$

$$= \frac{2n+1}{2n+3}\,\frac{1}{k^2}\, G_{2n}\, G_{2n+2},$$

so wird

$$1 = \delta_{2n} - \varkappa_{2n-2}\, \delta_{2n}\, \delta_{2n-2}$$

woraus folgt

$$\delta_{2n} = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\varkappa_{2n-2}}{1 - \cfrac{\varkappa_{2n-4}}{1 - \cdots \atop \cdots\cdots\cdots \; 1 - \varkappa_2}}}$$

Dieser Kettenbruch ist endlich und bricht bei $\varkappa_2$ ab, weil

$$\varkappa_o = o$$

Der Fall, wo $i = o$, bildet hier eine Ausnahme, weil sowohl $\varkappa_o$ wie $\frac{1}{\delta_o}$ verschwinden Man findet aber für das Product $\varkappa_o\,\delta_o$ sehr leicht den Ausdruck

$$\frac{1}{3}\,\frac{1}{k^2}\,\frac{G_2}{X_0^{(2)}}$$

wobei $X_o^{(2)}$ aus der als bekannt vorausgesetzten Entwickelung von $\left(\sin am\frac{2K}{\pi}x\right)^2$ entnommen werden muss.

Wenn man in den Formeln dieses Paragraphen $2n + 1$ statt $2n$ und $2i + 1$ statt $2i$ einführt, so erlangt man Regeln, die zur Kenntniss der Entwickelungscoefficienten von ungraden Potenzen der Function $\sin am\frac{2K}{\pi}x$ führen. Bei der Einfachheit dieser Substitution erscheint es nicht nöthig, die resultirenden Formeln hinzusetzen.

§ 3.

Aehnlich wie die Behandlung der X-Coefficienten gestaltet sich die Aufsuchung der Regeln für eine zweckmässige Berechnung der $Y_{2i}^{(2n)}$ und $Y_{2i+1}^{(2n+1)}$. Auch hier betrachten wir bloss die ersteren, weil die Verhältnisse der mit ungraden Indices versehenen Coefficienten aus den zu geraden Indices gehörigen sogleich erhalten werden, wenn für $2n$ und $2i$ resp. $2n +$ und $2i + 1$ gesetzt wird.

Die dritte der Gleichungen (2) giebt uns, wenn wir setzen

$$\frac{Y_{2i}^{(2n)}}{Y_{2i}^{(2n-2)}} = p_{2n}\,;\ \text{u. s. w.},$$

$$o = 2n\,(2n-1)\,k'^2 + \left[(2n)^2(1-2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]p_{2n} - 2n\,(2n+1)\,k^2\,p_{2n}\,p_{2n+2}$$

Führt man hier ein

$$p_{2n} = -F_{2n}\,\gamma_{2n}$$

$$F_{2n} = \frac{2n\,(2n-1)k'^2}{(2n)^2\,(1-2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}$$

$$\lambda_{2n} = \frac{(2n-2)\,(2n-1)^2\,2n\,k^2\,k'^2}{\left[(2n)^2\,(1-2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]\left[(2n-2)^2\,(1-2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

$$= \frac{2n-1}{2n-3}\,\frac{k^2}{k'^2}\,F_{2n-2}\,F_{2n},$$

so wird

$$1 = \gamma_{2n} + \lambda_{2n+2}\,\gamma_{2n}\,\gamma_{2n+2},$$

woraus

$$\gamma_{2n} = \cfrac{1}{1+\cfrac{\lambda_{2n}}{1+\ldots}}$$

erfolgt.

Lässt man in diesen Formeln n unendlich gross werden, so ergeben sich folgende Grenzwerthe für λ und γ

$$\lambda_\infty = \frac{k^2\,k'^2}{(1-2k'^2)^2} = \frac{k^2\,k'^2}{(k^2-k'^2)^2}$$

$$\gamma_\infty = \frac{1-2k^2}{k'^2} = \frac{k'^2-k^2}{k'^2}$$

In gleicher Weise wie im vorhergehenden Paragraphen ergiebt sich für γ_{2n} eine Formel, die bei grossen Werthen von n eine bequeme Berechnung von γ_{2n} gewährt, ohne dass man nöthig hat, den Index gerade unendlich gross anzunehmen. Setzt man

$$\gamma_{2n} = \frac{k'^2-k^2}{k'^2}\left\{1 - \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\,\frac{\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}{k'^2-k^2}\right\} f_{2n},$$

so wird

$$1 = f_{2n}\left\{\frac{k'^2 - k^2}{k'^2} - \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\frac{\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}{k'^2} + \frac{(2n+1)^2}{2n(2n+2)}\frac{k^2}{k'^2}f_{2n+2}\right\}$$

und hieraus entwickelt man nach denselben Grundsätzen, die im vorigen Paragraphen maassgebend waren,

$$f_{2n} = 1 + \frac{\xi^2 - k^2}{(2n+1)^2} - \frac{4k^4 - 6k^2\xi^2 - 2k'^2\xi^2}{(2n+1)^3}$$

Zieht man es vor, die Grösse f_{2n} als einen Kettenbruch darzustellen, so gelten die im vorhergehenden Paragraphen zu ähnlichem Zwecke bestimmten Formeln bis auf die Bedeutung von a_{2n} und b_{2n}. Es muss nämlich jetzt angenommen werden

$$a_{2n} = -\frac{k^2}{k'^2} - \frac{1}{(2n)^2}\frac{\xi^2}{k'^2}$$

$$b_{2n} = -\frac{(2n+1)^2}{2n(2n+2)}\frac{k^2}{k'^2}$$

In allen diesen Formeln hat ξ dieselbe Bedeutung, wie im vorhergehenden Paragraphen.

Die umgekehrte Anordnung der Rechnung, wo man von den niederen Indices zu den höheren hinaufsteigt, gewährt auch hier Vortheile, so oft k der Einheit nahe kommt, oder wenn überhaupt nur wenige zu kleinen Indices gehörigen Coefficienten gerechnet werden sollen. Ebenso wie im vorhergehenden Paragraphen setzen wir

$$p_{2n} = \frac{1}{q_{2n-2}}\text{; u. s. w.}$$

wodurch die Gleichung zwischen p_{2n} und p_{2n+2} in die folgende übergeht

$$o = \left[(2n)^2(1 - 2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]q_{2n} + 2n(2n-1)k'^2 q_{2n}q_{2n-2} - 2n(2n+1)k^2$$

Der Reihe nach setzen wir hier

$$q_{2n} = G_{2n}\,\delta_{2n}$$

$$G_{2n} = \frac{2n(2n+1)k^2}{(2n)^2(1-2k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}$$

$$\varkappa_{2n} = \frac{2n(2n+1)^2(2n+2)k'^2k^2}{\left[(2n)^2(1-2k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]\left[(2n+2)^2(1-2k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

$$= \frac{2n+1}{2n+3}\frac{k'^2}{k^2}G_{2n}\,G_{2n+2},$$

wonach wir finden

$$1 = \delta_{2n} + \varkappa_{2n-2}\,\delta_{2n}\,\delta_{2n-2}$$

Da nun augenscheinlich

$$\varkappa_o = o,$$

so ergiebt sich

$$\delta_{2n} = \cfrac{1}{1+\cfrac{\varkappa_{2n-2}}{1+\cdots \cfrac{\cdots}{1+\varkappa_2}}}$$

Wenn $i = o$, hat man

$$\varkappa_o\,\delta_o = \frac{1}{3}\frac{k'^2}{k^2}\frac{G_2}{Y_0^{(2)}}$$

§ 4.

Wenngleich die zwei letzten der Gleichungen (2) in ihrer ursprünglichen Gestalt eine bequeme und sichere Anwendung gestatten, so werde ich sie doch der Vollständigkeit wegen in ähnlicher Weise behandeln, wie die vier vorhergehenden Gleichungen. Es sei also

$$\frac{Z_{2i}^{(2n)}}{Z_{2i}^{(2n-2)}} = p_{2n};\ \text{u. s. w.},$$

so wird

$$o = \left[(2n)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]p_{2n} - 2n(2n+1)\,p_{2n}\,p_{2n+2} - 2n(2n-1)k'^2$$

Hier setze man wieder

$$p_{2n} = F_{2n}\,\gamma_{2n}$$

$$F_{2n} = \frac{2n(2n-1)k'^2}{\left[(2n)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

$$\lambda_{2n} = \frac{(2n-2)(2n-1)^2\,2n\,k'^2}{\left[(2n)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]\left[(2n-2)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

oder

$$\lambda_{2n} = \frac{2n-1}{2n-3}\,\frac{1}{k'^2}\,F_{2n}\,F_{2n-2}\,;$$

es wird alsdann

$$1 = \gamma_{2n} - \lambda_{2n+2}\,\gamma_{2n}\,\gamma_{2n+2}\,,$$

woraus folgt

$$\gamma_{2n} = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\lambda_{2n+2}}{1 - \dots}}$$

Die Grenzwerthe von λ_{2n} und γ_{2n} sind hier

$$\lambda_\infty = \frac{k'^2}{(1+k'^2)^2}$$

$$\gamma_\infty = \frac{1+k'^2}{k'^2}$$

Setzt man daher

$$\gamma_{2n} = \frac{1+k'^2}{k'^2}\left\{1 + \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\,\frac{\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}{1+k'^2}\right\} f_{2n}$$

so wird

$$1 = f_{2n}\left\{\frac{1+k'^2}{k'^2} + \frac{(2i)^2}{(2n)^2}\,\frac{1}{k'^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 - \frac{(2n+1)^2}{2n\,(2n+2)}\,\frac{1}{k'^2}\,f_{2n+2}\right\}$$

Hieraus ergiebt sich nun, ähnlich wie vorhin

$$f_{2n} = 1 + \frac{1}{(2n+1)^2}\,\frac{\xi^2-1}{k^2} - \frac{1}{(2n+1)^3}\,\frac{4-6\,\xi^2+2k'^2\,\xi^2}{k^4}$$

Will man dagegen f_{2n} als einen Kettenbruch darstellen, so hat man in den Formeln für r_{2n}, s_{2n} u. s. w. die Werthe

$$a_{2n} = \frac{1}{k'^2} + \frac{1}{(2n)^2}\,\frac{\xi^2}{k'^2}$$

$$b_{2n} = \frac{(2n+1)^2}{2n\,(2n+2)}\,\frac{1}{k'^2}$$

einzuführen. Mit ξ^2 ist auch hier die Grösse $(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2$ bezeichnet worden.

Bei den Z-Coefficienten gestaltet sich die Berechnung ihrer Verhältnisse in aufsteigender Reihenfolge besonders vortheilhaft. Indem wir setzen

$$p_{2n} = \frac{1}{q_{2n-2}} \text{ ; u. s. w.}$$

erlangen wir

$$o = -2n(2n+1) + \left[(2n)^2(1+k'^2) + (2i)\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right] q_{2n} - 2n(2n-1)k'^2 q_{2n} q_{2n-2}$$

Wie früher setzen wir

$$q_{2n} = G_{2n}\, \delta_{2n}$$

$$G_{2n} = \frac{2n(2n+1)}{(2n)^2(1+k'^2) + (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2}$$

$$\varkappa_{2n} = \frac{2n(2n+1)^2(2n+2)k'^2}{\left[(2n)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]\left[(2n+2)^2(1+k'^2)+(2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right]}$$

$$= \frac{2n+1}{2n+3} k'^2 G_{2n} G_{2n+2}$$

und erhalten somit

$$1 = \delta_{2n} - \varkappa_{2n-2}\, \delta_{2n-2}\, \delta_{2n},$$

wonach folgt, da auch hier $\varkappa_o = o$,

$$\delta_{2n} = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\varkappa_{2n-2}}{1 - \cdots \cfrac{\cdots\cdots}{1-\varkappa_2}}}$$

Für den Fall, dass $i = o$, hat man

$$\varkappa_o\, \delta_o = \frac{1}{3} k'^2 \frac{G_2}{Z_2^{(0)}}$$

Zur Berechnung der Z-Coefficienten, bei denen die oberen Indices ungerade Zahlen sind, dienen, ebensowie bei den X- und Y-Coefficienten, die Formeln mit geraden Indices, wenn man in denselben $2n+1$ statt $2n$ einführt. Dagegen bleibt der untere Index bei den Z-Coefficienten immer eine gerade Zahl.

§ 5.

Es bleibt uns jetzt übrig, einige der absoluten Werthe der mit X, Y und Z bezeichneten Coefficienten anzuführen, um Alles gegeben zu haben, was zu der numerirten Be-

rechnung derselben erforderlich ist. Streng genommen genügt die Angabe eines einzigen, geraden zu einem gewissen Werthe von i gehörigen Coefficienten, um alle zu geraden Indices und demselben i-Werthe gehörigen Coefficienten derselben Gattung zu finden, und ebenso genügt die Kenntniss eines ungraden Coefficienten, um die übrigen ermitteln zu können. Denn wären $2n - 2m$ und in die zu den bekannten graden Coefficienten gehörigen Indices, so fände man die übrigen nach der Formel

$$X_{2i}^{(2n)} = p_{2n}\, p_{2n-2} \cdots p_{2n-2m+2}\, X_{2i}^{(2n-2m)}$$

$$= \frac{X_{2i}^{(2n-2m)}}{q_{2n-2}\, q_{2n-4} \cdots q_{2n-2m}}$$

Ebenso hat man auch

$$X_{2i+1}^{(2n+1)} = p_{2n+1}\, p_{2n-1} \cdots p_{2n-2m+3}\, X_{2i+1}^{(2n-2m+1)}$$

$$= \frac{X_{2i+1}^{(2n-2m+1)}}{q_{2n-1}\, q_{2n-3} \cdots q_{2n-2m+1}}$$

Für die Y- und Z-Coefficienten gelten ähnliche Ausdrücke, nur ist bei den letzteren zu beachten, dass die unteren Indices immer grade Zahlen sind.

§ 6.

Die absoluten Werthe der fraglichen Coefficienten sind durch desto einfachere Ausdrücke angebbar, je kleiner die Zahl n ist. Bei sehr kleinem Werthe dieses Index ist es leicht, independente Ausdrücke für alle Entwickelungscoefficienten anzugeben. Man erlangt sie mit Hülfe der Gleichungen (2) und den, aus jedem Handbuche über elliptische Functionen bekannten Ausdrücken für die ersten und zweiten Potenzen der Functionen $\sin am \frac{2K}{\pi} x$, $\cos am \frac{2K}{\pi} x$ und $\Delta am \frac{2K}{\pi} x$. Um Alles übersichtlich beisammen zu haben, nehme ich auch diese auf in der folgenden Zusammenstellung

$$\sin am \frac{2K}{\pi} x = \frac{\pi}{2K} \frac{1}{k} \left\{ \frac{4\sqrt{q}}{1-q} \sin x + \frac{4\sqrt{q^3}}{1-q^3} \sin 3x + \cdots \right\}$$

$$\cos am \frac{2K}{\pi} x = \frac{\pi}{2K} \frac{1}{k} \left\{ \frac{4\sqrt{q}}{1+q} \cos x + \frac{4\sqrt{q^3}}{1+q^3} \cos 3x + \cdots \right\}$$

$$\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x = \frac{\pi}{2K} \left\{ 1 + \frac{4q}{1+q^2} \cos 2x + \frac{4q^2}{1+q^4} \cos 4x + \cdots \right\}$$

$$\left\{\sin am \frac{2K}{\pi} x\right\}^2 = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{1}{k^2} \left\{\frac{8q}{(1-q)^2} + \frac{8q^3}{(1-q^3)^2} + \frac{8q^5}{(1-q^5)^2} + \cdots\right\}$$

$$- \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{1}{k^2} \left\{\frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x + \frac{24q^3}{1-q^6} \cos 6x + \cdots\right\}$$

$$\left\{\cos am \frac{2K}{\pi} x\right\}^2 = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{1}{k^2} \left\{\frac{8q}{(1+q)^2} + \frac{8q^3}{(1+q^3)^2} + \frac{8q^5}{(1+q^5)^2} + \cdots\right\}$$

$$+ \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{1}{k^2} \left\{\frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x + \frac{24q^3}{1-q^6} \cos 6x + \cdots\right\}$$

$$\left\{\Delta am \frac{2K}{\pi} x\right\}^2 = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \left\{1 + \frac{8q^2}{1-q^2} - \frac{16q^4}{1-q^4} + \frac{24q^6}{1-q^6} - \cdots\right\}$$

$$+ \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \left\{\frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x + \frac{24q^3}{1-q^6} \cos 6x + \cdots\right\}$$

$$\left\{\sin am \frac{2K}{\pi} x\right\}^3 = \left\{\frac{1+k^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) - \frac{1^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q}}{1-q} \sin x$$

$$+ \left\{\frac{1+k^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) - \frac{3^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q^3}}{1-q^3} \sin 3x$$

$$+ \left\{\frac{1+k^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) - \frac{5^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q^5}}{1-q^5} \sin 5x$$

$$+ \cdots\cdots$$

$$\left\{\cos am \frac{2K}{\pi} x\right\}^3 = + \left\{\frac{k^2-k'^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{1^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q}}{1+q} \cos x$$

$$+ \left\{\frac{k^2-k'^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{3^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q^3}}{1+q^3} \cos 3x$$

$$+ \left\{\frac{k^2-k'^2}{2k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{5^2}{2}\frac{1}{k^3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4\sqrt{q^5}}{1+q^5} \cos 5x$$

$$+ \cdots\cdots$$

$$\left\{\Delta am \frac{2K}{\pi} x\right\}^3 = \frac{1}{2}(1+k'^2)\left(\frac{\pi}{2K}\right)$$

$$+ \left\{\frac{1+k'^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{2^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4q}{1+q^2} \cos 2x$$

$$+ \left\{\frac{1+k'^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{4^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4q^2}{1+q^4} \cos 4x$$

$$+ \left\{\frac{1+k'^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right) + \frac{6^2}{2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^3\right\} \frac{4q^3}{1+q^6} \cos 6x$$

$$+ \cdots\cdots$$

$$\left\{\sin am \frac{2K}{\pi} x\right\}^4 = \frac{2}{3}\frac{(1+k^2)}{k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\left\{\frac{8q}{(1-q)^2} + \frac{8q^3}{(1-q^3)^2} + \cdots\right\} - \frac{1}{3}\frac{1}{k^2}$$

$$- \left\{\frac{4(1+k^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 - \frac{2^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{8q}{1-q^2}\cos 2x$$

$$- \left\{\frac{4(1+k^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 - \frac{4^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{16q^2}{1-q^4}\cos 4x$$

$$- \left\{\frac{4(1+k^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 - \frac{6^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{24q^3}{1-q^6}\cos 6x$$

$$- \cdots\cdots$$

$$\left\{\cos am \frac{2K}{\pi} x\right\}^4 = \frac{2}{3}\frac{k^2-k'^2}{k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\left\{\frac{8q}{(1+q)^2} + \frac{8q^3}{(1+q^3)^2} + \cdots\right\} + \frac{1}{3}\frac{k'^2}{k^2}$$

$$+ \left\{\frac{4(k^2-k'^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{2^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{8q}{1-q^2}\cos 2x$$

$$+ \left\{\frac{4(k^2-k'^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{4^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{16q^2}{1-q^4}\cos 4x$$

$$+ \left\{\frac{4(k^2-k'^2)}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{6^2}{2.3.k^4}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{24q^3}{1-q^6}\cos 6x$$

$$+ \cdots\cdots$$

$$\left\{\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x\right\}^4 = \frac{2}{3}(1+k'^2)\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\left\{1 + \frac{8q^2}{1-q^2} - \frac{16q^4}{1-q^4} + \cdots\right\} - \frac{1}{3}k'^2$$

$$+ \left\{\frac{4(1+k'^2)}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{2^2}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{8q}{1-q^2}\cos 2x$$

$$+ \left\{\frac{4(1+k'^2)}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{4^2}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{16q^2}{1-q^4}\cos 4x$$

$$+ \left\{\frac{4(1+k'^2)}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \frac{6^2}{2.3}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^4\right\}\frac{24q^3}{1-q^6}\cos 6x$$

$$+ \cdots\cdots$$

§ 7.

Es können Fälle vorkommen, wo es wünschenswerth erscheint, Ausdrücke, wie die im vorhergehenden § mitgetheilten, in grösserer Ausdehnung zu besitzen. Da diese indessen bei wachsendem Werthe des Exponenten immer mehr und mehr an Complication zunehmen, so muss dafür Sorge getragen werden, dass durch zweckmässig eingeführte Beziehungen der Bau ihrer Coefficienten möglichst übersichtlich wird. Man überzeugt sich leicht, dass den Coefficienten X, Y und Z die Form einer ganzen rationalen Function von

$(2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2$, oder von $(2i+1)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2$ gegeben werden kann. Der Grad dieser Ausdrücke hängt von der Potenz ab, zu welcher die betreffende elliptische Function erhoben ist; sie ist $2n-2$ oder $2n$ je nachdem diese Potenz durch $2n$ oder durch $2n+1$ angezeigt wird. In der *Fundamenta nova* hat Jacobi derartige Ausdrücke gebraucht; da nun auch hier eine ähnliche Darstellungsweise beabsichtigt wird, so leuchtet ein, dass die Hülfsgrössen, derer ich mich sogleich bedienen werde, nur in unwesentlichen Dingen von den seinigen verschieden sein können.

Wir stellen nun folgende Gleichungen auf

$$\left.\begin{aligned}
X_{2i}^{(2n)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \left\{ S_0^{(2n)} - S_1^{(2n)} (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots \pm S_{n-1}^{(2n)} (2i)^{2n-2} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n-2} \right\} \\
X_{2i+1}^{(2n+1)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right) \left\{ S_0^{(2n+1)} - S_1^{(2n+1)} (2i+1)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots \pm S_n^{(2n+1)} (2i+1)^{2n} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n} \right\} \\
Y_{2i}^{(2n)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \left\{ T_0^{(2n)} + T_1^{(2n)} (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots + T_{n-1}^{(2n)} (2i)^{2n-2} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n-2} \right\} \\
Y_{2i+1}^{(2n+1)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right) \left\{ T_0^{(2n+1)} + T_1^{(2n+1)} (2i+1)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots + T_n^{(2n+1)} (2i+1)^{2n} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n} \right\} \\
Z_{2i}^{(2n)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \left\{ U_0^{(2n)} + U_1^{(2n)} (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots + U_{n-1}^{(2n)} (2i)^{2n-2} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n-2} \right\} \\
Z_{2i}^{(2n+1)} &= \left(\frac{\pi}{2K}\right) \left\{ U_0^{(2n+1)} + U_1^{(2n+1)} (2i)^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 + \cdots + U_n^{(2n+1)} (2i)^{2n} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n} \right\}
\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Die hier mit S, T und U bezeichneten Coefficienten lassen sich dadurch bestimmen, dass man die obigen Ausdrücke für die X, Y und Z in den Gleichungen (2) substituirt. Hierauf ergeben sich die folgenden Gleichungssysteme aus der Bedingung, dass die S, T und U von i oder $\left(\frac{\pi}{2K}\right)$ unabhängig sein sollen.

$$\left.\begin{aligned}
o &= -2n(2n-1) S_0^{(2n-2)} + 2n \,.\, 2n(1+k^2) S_0^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_0^{(2n+2)} \\
o &= -2n(2n-1) S_1^{(2n-2)} + 2n \,.\, 2n(1+k^2) S_1^{(2n)} + S_0^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_1^{(2n+2)} \\
o &= -2n(2n-1) S_2^{(2n-2)} + 2n \,.\, 2n(1+k^2) S_2^{(2n)} + S_1^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_2^{(2n+1)} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
o &= -2n(2n-1) S_{n-2}^{(2n-2)} + 2n \,.\, 2n(1+k^2) S_{n-2}^{(2n)} + S_{n-3}^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_{n-2}^{(2n+2)} \\
o &= \qquad + 2n \,.\, 2n(1+k^2) S_{n-1}^{(2n)} + S_{n-2}^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_{n-1}^{(2n+2)} \\
o &= \qquad + S_{n-1}^{(2n)} - 2n(2n+1) k^2 S_n^{(2n+2)}
\end{aligned}\right\} \quad (I)$$

$$
(\mathrm{II})\begin{cases}
o = -(2n+1)2n\,S_0^{(2n+1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\,S_0^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_0^{(2n+3)} \\
o = -(2n+1)2n\,S_1^{(2n+1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\,S_1^{(2n+1)} + S_0^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_1^{(2n+3)} \\
o = -(2n+1)2n\,S_2^{(2n+1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\,S_2^{(2n+1)} + S_1^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_2^{(2n+3)} \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
o = -(2n+1)2n\,S_{n-1}^{(2n+1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\,S_{n-1}^{(2n+1)} + S_{n-2}^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_{n-1}^{(2n+3)} \\
o = \qquad + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\,S_n^{(2n+1)} + S_{n-1}^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_n^{(2n+3)} \\
o = \qquad + S_n^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,S_{n+1}^{(2n+3)}
\end{cases}
$$

$$
(\mathrm{III})\begin{cases}
o = 2n(2n-1)k'^2\,T_0^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(k^2-k'^2)\,T_0^{(2n)} - 2n(2n+1)k^2\,T_0^{(2n+2)} \\
o = 2n(2n-1)k'^2\,T_1^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(k^2-k'^2)\,T_1^{(2n)} + T_0^{(2n)} - 2n(2n+1)k^2\,T_1^{(2n+2)} \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
o = \qquad T_{n-1}^{(2n)} - 2n(2n+1)k^2\,T_n^{(2n+2)}
\end{cases}
$$

$$
(\mathrm{IV})\begin{cases}
o = (2n+1)2n\,k'^2\,T_0^{(2n-1)} + (2n+1)(2n+1)(k^2-k'^2)\,T_0^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,T_0^{(2n+3)} \\
o = (2n+1)2n\,k'^2\,T_1^{(2n-1)} + (2n+1)(2n+1)(k^2-k'^2)\,T_1^{(2n+1)} + T_0^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,T_1^{(2n+3)} \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
o = \qquad + T_n^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)k^2\,T_{n+1}^{(2n+3)}
\end{cases}
$$

$$
(\mathrm{V})\begin{cases}
o = -2n(2n-1)k'^2\,U_0^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(1+k'^2)\,U_0^{(2n)} \qquad - 2n(2n+1)\,U_0^{(2n+2)} \\
o = -2n(2n-1)k'^2\,U_1^{(2n-2)} + 2n\,.\,2n(1+k'^2)\,U_1^{(2n)} \qquad + U_0^{(2n)} - 2n(2n+1)\,U_1^{(2n+2)} \\
\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\
o = \qquad + U_{n-1}^{(2n)} - 2n(2n+1)\,U_n^{(2n+2)}
\end{cases}
$$

$$
\text{(VI)}\left\{\begin{aligned}
o &= -(2n+1)2nk'^2U_0^{(2n-1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k'^2)U_0^{(2n+1)} \qquad -(2n+1)(2n+2)U_0^{(2n+2)} \\
o &= -(2n+1)2nk'^2U_1^{(2n-1)} + (2n+1)(2n+1)(1+k'^2)U_1^{(2n+1)} + U_0^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)U_1^{(2n+3)} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
o &= \qquad\qquad + U_n^{(2n+1)} - (2n+1)(2n+2)U_{n+1}^{(2n+3)}
\end{aligned}\right.
$$

Diese Gleichungen sind nicht nur zu numerischen Rechnungen dienlich, sie können auch verwandt werden, um nach und nach independente Ausdrücke für die Unbekannten zu finden. Allerdings werden die auf solche Weise erhaltenen Ausdrücke nicht völlig allgemein, indem n in denselben nicht unbestimmt enthalten ist. Diesen Uebelstand beseitigt man zum Theil durch eine Zusammenstellung der speciellen Ausdrücke, die ohnehin bei numerischen Rechnungen von Nutzen wäre.

Die Auflösung der vorstehenden Gleichungssysteme habe ich bis $n = 5$ ausgeführt und die Resultate nachfolgend zusammengestellt:

$$S_0^{(0)} = 1$$

$$S_0^{(1)} = \frac{1}{k}$$

$$S_0^{(2)} = \frac{1}{k^2}$$

$$S_0^{(3)} = \frac{1}{1.2}\,\frac{1+k^2}{k^3}$$

$$S_1^{(3)} = \frac{1}{1.2}\,\frac{1}{k^3}$$

$$S_0^{(4)} = \frac{4}{1.2.3}\,\frac{1+k^2}{k^4}$$

$$S_1^{(4)} = \frac{1}{1.2.3}\,\frac{1}{k^4}$$

$$S_0^{(5)} = \frac{3}{1.2.3.4}\,\frac{3+2k^2+3k^4}{k^5}$$

$$S_1^{(5)} = \frac{10}{1.2.3.4}\,\frac{1+k^2}{k^5}$$

$$S_2^{(5)} = \frac{1}{1.2.3.4}\,\frac{1}{k^5}$$

$$S_0^{(6)} = \frac{8}{1.2.3.4.5}\,\frac{8+7k^2+8k^4}{k^6}$$

$$S_1^{(6)} = \frac{20}{1.2.3.4.5}\,\frac{1+k^2}{k^6}$$

$$S_2^{(6)} = \frac{1}{1.2.3.4.5}\,\frac{1}{k^6}$$

$$S_0^{(7)} = \frac{45}{1.2\ldots6}\,\frac{5+3k^2+3k^4+5k^6}{k^7}$$

$$S_1^{(7)} = \frac{7}{1.2\ldots6}\,\frac{37+38k^2+37k^4}{k^7}$$

$$S_2^{(7)} = \frac{35}{1.2\ldots6}\,\frac{1+k^2}{k^7}$$

$$S_3^{(7)} = \frac{1}{1.2\ldots6}\,\frac{1}{k^7}$$

$$S_0^{(8)} = \frac{384}{1.2\ldots7}\,\frac{6+5k^2+5k^4+6k^6}{k^8}$$

$$S_1^{(8)} = \frac{112}{1.2\ldots7}\,\frac{7+8k^2+7k^4}{k^8}$$

$$S_2^{(8)} = \frac{56}{1.2\ldots7}\,\frac{1+k^2}{k^8}$$

$$S_3^{(8)} = \frac{1}{1.2\ldots7}\,\frac{1}{k^8}$$

$$S_0^{(9)} = \frac{315}{1.2\ldots8}\,\frac{1}{k^9}\,(35+20k^2+18k^4+20k^6+35k^8)$$

$$S_1^{(9)} = \frac{4}{1.2\ldots8}\,\frac{1}{k^9}\,(3229+3315k^2+3315k^4+3229k^6)$$

$$S_2^{(9)} = \frac{42}{1.2\ldots8}\,\frac{1}{k^9}\,(47+58k^2+47k^4)$$

$$S_3^{(9)} = \frac{84}{1.2\ldots8}\,\frac{1+k^2}{k^9}$$

$$S_4^{(9)} = \frac{1}{1.2\ldots8}\,\frac{1}{k^9}$$

$$S_0^{(10)} = \frac{1152}{1.2\ldots9}\frac{1}{k^{10}}(128 + 104k^2 + 99k^4 + 104k^6 + 128k^8)$$

$$S_1^{(10)} = \frac{320}{1.2\ldots9}\frac{1}{k^{10}}(164 + 195\,k^2 + 195\,k^4 + 164\,k^6)$$

$$S_2^{(10)} = \frac{336}{1.2\ldots9}\frac{1}{k^{10}}(13 + 17\,k^2 + 13\,k^4)$$

$$S_3^{(10)} = \frac{120}{1.2\ldots9}\frac{1+k^2}{k^{10}}$$

$$S_4^{(10)} = \frac{1}{1.2\ldots9}\frac{1}{k^{10}}$$

$$S_0^{(11)} = \frac{14175}{1.2\ldots10}\frac{1}{k^{11}}(63 + 35\,k^2 + 30\,k^4 + 30\,k^6 + 35\,k^8 + 63\,k^{10})$$

$$S_1^{(11)} = \frac{9}{1.2\ldots10}\frac{1}{k^{11}}(117469 + 120252\,k^2 + 120142\,k^4 + 120252\,k^6 + 117469\,k^8)$$

$$S_2^{(11)} = \frac{10}{1.2\ldots10}\frac{1}{k^{11}}(17281 + 24609\,k^2 + 24609\,k^4 + 17281\,k^6)$$

$$S_3^{(11)} = \frac{42}{1.2\ldots10}\frac{1}{k^{11}}(209 + 286\,k^2 + 209\,k^4)$$

$$S_4^{(11)} = \frac{165}{1.2\ldots10}\frac{1+k^2}{k^{11}}$$

$$S_5^{(11)} = \frac{1}{1.2\ldots10}\frac{1}{k^{11}}$$

$$S_0^{(12)} = \frac{23040}{1.2\ldots11}\frac{1}{k^{12}}(640 + 512\,k^2 + 475\,k^4 + 475\,k^6 + 512\,k^8 + 640\,k^{10})$$

$$S_1^{(12)} = \frac{1408}{1.2\ldots11}\frac{1}{k^{12}}(3832 + 4636\,k^2 + 4821\,k^4 + 4636\,k^6 + 3832\,k^8)$$

$$S_2^{(12)} = \frac{3520}{1.2\ldots11}\frac{1}{k^{12}}(139 + 201\,k^2 + 201\,k^4 + 139\,k^6)$$

$$S_3^{(12)} = \frac{528}{1.2\ldots11}\frac{1}{k^{12}}(31 + 44\,k^2 + 31\,k^4)$$

$$S_4^{(12)} = \frac{220}{1.2\ldots11}\frac{1+k^2}{k^{12}}$$

$$S_5^{(12)} = \frac{1}{1.2\ldots11}\frac{1}{k^{12}}$$

$$S_0^{(13)} = \frac{467775}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}(231 + 126k^2 + 105k^4 + 100k^6 + 105k^8 + 126k^{10} + 231k^{12})$$

$$S_1^{(13)} = \frac{9}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}(14312974 + 14611766k^2 + 14548924k^4 + 14548924k^6 + \cdots)$$

$$S_2^{(13)} = \frac{11}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}(1997021 + 3699688k^2 + 3319878k^4 + 3699688k^6 + 1997021k^8)$$

$$S_3^{(13)} = \frac{44}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}(28067 + 43820k^2 + 43820k^4 + 28067k^6)$$

$$S_4^{(13)} = \frac{33}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}(871 + 1274k^2 + 871k^4)$$

$$S_5^{(13)} = \frac{286}{1.2\ldots12}\frac{1+k^2}{k^{13}}$$

$$S_6^{(13)} = \frac{1}{1.2\ldots12}\frac{1}{k^{13}}$$

Aus den angesetzten Werthen des S-Coefficienten ergeben sich die T und U nach sehr einfachen Regeln. Um die T zu erhalten, hat man nur nöthig in den Zählern die Grösse k mit $\sqrt{-1}\,\frac{k'}{k}$ zu vertauschen und nachdem alle Glieder auf gleichen Nenner gebracht worden sind, das Resultat mit denselben Potenzen von k zu multipliciren, welche durch die angezeigten Operationen in den Nennern neu hinzugekommen sind. Die U ergeben sich durch Vertauschung von k mit k', wenn vorher die $S^{(2n)}$ mit k^{2n} multiplicirt worden sind. Nach diesen Regeln hat man z. B.

$$T_0^{(6)} = \frac{8}{1.2\ldots5}\frac{1}{k^6}(8k^4 - 7k^2k'^2 + 8k'^4)$$

$$U_0^{(6)} = \frac{8}{1.2\ldots5}(8 + 7k'^2 + 8k'^4)$$

Zur Berechnung der Coefficienten $X_0^{(2n)}$, $Y_0^{(2n)}$ und $Z_0^{(2n)}$ können die angesetzten Ausdrücke der S-, T- und U-Coefficienten nicht dienen, denn diese letzteren sind abgeleitet unter der Voraussetzung, dass $S_0^{(2)} = \frac{1}{k^2}$, u. s. w. Für die Berechnung der erstgenannten Coefficienten müssen dagegen andere Werthe der letzteren in Anwendung kommen, wie man es aus der Zusammenstellung in § 6 ersehen kann. Da $i = o$, so hat man allgemein

$$X_0^{(2n)} = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 S_0^{(2n)}$$

$$Y_0^{(2n)} = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 T_0^{(2n)}$$

$$Z_0^{(2n)} = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 U_0^{(2n)}$$

Bezeichnen wir mit E das zu dem Modul k gehörige vollständige elliptische Integral zweiter Gattung, so lassen sich die Coefficienten $X_0^{(2)}$, $Y_0^{(2)}$ und $Z_0^{(2)}$ folgendermaassen ausdrücken:

$$X_0^{(2)} = \frac{1}{k^2}\,\frac{K-E}{K}$$

$$Y_0^{(2)} = \frac{1}{k^2}\,\frac{E-k'^2 K}{K}$$

$$Z_0^{(2)} = \frac{E}{K}$$

Man könnte nun auch die Werthe von $S_0^{(2)}$, $T_0^{(2)}$ und $U_0^{(2)}$ angeben, allein diese Hülfsgrössen sind hier überflüssig, weil die Recursionsgleichungen für die $X_0^{(2n)}$, $Y_0^{(2n)}$ und $Z_0^{(2n)}$ ebenso einfach sind, wie die für $S_0^{(2n)}$, $T_0^{(2n)}$ und $U_0^{(2n)}$. Die ferneren independenten Ausdrücke dieser Grössen führe ich nicht an, da sie nicht besonders einfach sind und auch in vielen Fällen zweckmässiger durch unendliche Reihen angegeben werden können.

§ 8.

Die successive Bestimmung der Hülfsgrössen S, T und U aus den Recursionsgleichungen des vorhergehenden § wird in der Ausführung lästig, sobald n grössere Werthe zuertheilt werden. Das Bedürfniss nach allgemeineren und zugleich zum numerischen Calcul völlig vorbereiteten Ausdrücken oder Methoden wird daher in demselben Maasse grösser. Solche werde ich jetzt aufsuchen.

Die analytische Zusammensetzung der Grössen, welche wir mit $S_\nu^{(2n)}$ und $S_\nu^{(2n+1)}$ bezeichnet haben, ist von Jacobi in dem Art. 55 seiner *Fundamenta nova* vollständig dargelegt worden. Es sei nämlich

$$\varphi(x) = 1 + R_1 x + R_2 x^2 + \cdots$$

wobei die Coefficienten durch die Gleichung

$$\textbf{(A)}\quad (2n+1)\,R_n = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots 2n} + \frac{1.3.5\ldots(2n-3)}{2.4.6\ldots(2n-2)}\,\frac{1}{2}\,k^2 + \frac{1.3.5\ldots(2n-5)}{2.4.6\ldots(2n-4)}\,\frac{1.3}{2.4}\,k^4 + \cdots + \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2.4.6\ldots 2n}\,k^{2n}$$

gegeben ist. Bildet man nun eine Grösse

$$\textbf{(B)}\qquad R_s^{(r)} = \frac{1}{1.2\ldots s}\Big|^{x=o} \frac{d^s(\varphi(x))^r}{dx^s}$$

so ist

$$S_\nu^{(2n)} = \frac{2n}{k^{2n}} \frac{R_{n-\nu-1}^{(2\nu+2)}}{1.2\ldots(2\nu+2)}$$

$$S_\nu^{(2n+1)} = \frac{2n+1}{k^{2n+1}} \frac{R_{n-\nu}^{(2\nu+1)}}{1.2\ldots(2\nu+1)}$$

Es käme uns also auf die Entwicklung der Formel (**B**) an, allein diese wird umständlich, sobald r und s nicht ganz kleine Werthe erhalten. Hat aber r den Werth 1, so wird diese Entwicklung bei jedem Werthe von s sehr einfach und die Formel (**B**) giebt uns sofort

$$R_s^{(1)} = R_s,$$

also ist auch

$$S_0^{(2n+1)} = \frac{2n+1}{k^{2n+1}} R_n$$

Wenn r den Werth 2 hat, so giebt die Formel (**B**)

$$R_s^{(2)} = R_s + R_1 R_{s-1} + R_2 R_{s-2} + \cdots + R_s$$

und somit ist auch

$$S_0^{(2n)} = \frac{1}{2} \frac{2n}{k^{2n}} \left\{ R_{n-1} + R_1 R_{n-2} + \cdots + R_{n-1} \right\}$$

Sucht man aber diesen Ausdruck in eine endliche, nach den Potenzen von k^2 fortschreitende Reihe zu verwandeln, so findet man die Coefficienten lange nicht so einfach, wie die der Formel (**A**). Für die ersten derselben ergeben sich folgende Werthe:

$$S_0^{(2n)} = \frac{1}{k^{2n}} \left\{ \frac{2.4\ldots(2n-2)}{1.3\ldots(2n-1)} + \frac{1}{4} \frac{2.4\ldots(2n-4)}{1.3\ldots(2n-3)} \frac{3(2n-2)+2}{2n-1} k^2 + \frac{1}{64} \frac{2.4\ldots(2n-6)}{1.3\ldots(2n-5)} \right.$$
$$\left. \times \frac{41(2n-2)(2n-4)+56(2n-2)-40}{(2n-3)(2n-1)} k^4 + \cdots \right\}$$

Der Fortgang der Coefficienten ist in dieser Formel gar nicht zu übersehen, man erkennt aber, dass diese allgemeine Darstellung der Grössen $S_0^{(2n)}$ den Vorzug der Einfachheit nicht in dem Grade besitzt, dass eine andere Darstellungsweise überflüssig wäre. Dieses gilt auch von den übrigen S-Coefficienten.

Zur Darstellung der Grössen $S_0^{(2n)}$ habe ich ein Verfahren gewählt, welches bei der Anwendung mehr Bequemlichkeit darbietet, wenngleich die Coefficienten aller Potenzen von k^2 dabei nicht unmittelbar gegeben werden. Der früheren Darstellungsweise analog, setze ich

$$S_0^{(2n+2)} = \frac{1}{1.2.3\ldots(2n+1)} \frac{1}{k^{2n+2}} \left\{ E_0^{(n)} + E_1^{(n)} k^2 + \cdots + E_n^{(n)} k^{2n} \right\};$$

zur Bestimmung des ersten Coefficienten ergeben sich die Gleichungen

$$E_0^{(n)} = 2n \,.\, 2n\, E_0^{(n-1)}$$

$$= 2n \,.\, 2n \,.\, 2n - 2 \,.\, 2n - 2\; E_0^{(n-2)}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$= 2n \,.\, 2n \,.\, 2n - 2 \,.\, 2n - 2 \ldots\ldots 4^2 . 2^2 .\, E_0^{(0)}$$

Da nun

$$E_0^{(0)} = 1$$

so hat man allgemein

$$E_0^{(n)} = 2^2 . 4^2 \ldots (2n)^2$$

Aus leicht zu übersehenden Gründen findet man noch, dass

$$E_0^{(n)} = E_n^{(n)}$$

sowie allgemeiner, dass

(α) $$E_\mu^{(n)} = E_{n-\mu}^{(n)}$$

wovon die nächste Folge, dass die obige Formel für $E_0^{(n)}$ ebenfalls für $E_n^{(n)}$ gültig ist.

Zur Bestimmung der übrigen der Coefficienten $E_\mu^{(n)}$ dient die Gleichung

(β) $$E_\mu^{(n)} = -(2n-2)(2n-1)^2\, 2n\, E_{\mu-1}^{(n-2)} + 2n \,.\, 2n\, E_{\mu-1}^{(n-1)} + 2n \,.\, 2n\, E_\mu^{(n-1)},$$

welche man sehr leicht erlangen kann. In derselben setze man zunächst $\nu = 1$ und berücksichtige den obigen Werth von $E_0^{(n)}$; es findet sich alsdann

$$E_1^{(n)} = -\frac{2^2 . 4^2 \ldots (2n)^2}{2n\,(2n-2)} + 2n \,.\, 2n\, E_1^{(n-1)}$$

Hieraus sieht man, dass $E_1^{(n)}$ die nachstehende Form hat:

$$E_1^{(n)} = 2^2 . 4^2 \ldots (2n)^2 \left(1 - f'_{2n}\right)$$

wo f'_{2n} eine Grösse bedeutet, zu deren Ermittelung zunächst die Recursionsgleichung

$$f'_{2n} = \frac{1}{2n(2n-2)} + f'_{2n-2}$$

dient. Aus dieser folgt

$$f'_{2n} = \frac{1}{2n(2n-2)} + \frac{1}{(2n-2)(2n-4)} + \cdots + \frac{1}{4.2} + f'_2$$

Es ist aber

$$E_1^{(1)} = E_0^{(1)} = E_0^{(1)}(1 - f'_2)$$

folglich auch

$$f'_2 = 0$$

Die hierauf entstehende Reihe für f'_{2n} lässt sich leicht summiren und man findet schliesslich

$$f'_{2n} = \frac{1}{4} - \frac{1}{2}\frac{1}{2n}$$

Die Bestimmug von $E_1^{(n)}$ ist also auch ganz allgemein ausgeführt, denn wir haben

$$E_1^{(n)} = 2^2 \cdot 4^2 \ldots (2n)^2 \left(1 - \frac{1}{4} + \frac{1}{2}\frac{1}{2n}\right)$$

Setzt man hierauf allgemein

$$E_\mu^{(n)} = E_0^{(n)}\left(1 - f_{2n}^{(\mu)}\right)$$

in der Gleichung (β), so ergiebt sich zur Bestimmung von $f_{2n}^{(\nu)}$ die Recursionsgleichung

$$f_{2n}^{(\nu)} = \frac{1}{2n(2n-2)} + f_{2n-2}^{(\nu)} + f_{2n-2}^{(\nu-1)} - \frac{(2n-1)^2}{2n(2n-2)} f_{2n-4}^{(\nu-1)}$$

und aus der Relation (α) folgert man

$$f_{2\nu}^{(\nu)} = 0$$

Diese Recursionsgleichung lässt sich in einer sehr zweckmässigen Weise umformen; man erlangt nämlich, blos durch fortgesetztes Entwickeln derselben,

$$f_{2n}^{(\nu)} = \frac{1}{2n(2n-2)} + \frac{1}{(2n-2)(2n-4)} + \cdots + \frac{1}{(2\nu+2)2\nu}$$
$$+ f_{2n-2}^{(\nu-1)} - \frac{1}{2n(2n-2)} f_{2n-4}^{(\nu-1)} - \frac{1}{(2n-2)(2n-4)} f_{2n-6}^{(\nu-1)} - \cdots - \frac{1}{(2\nu+4)(2\nu+2)} f_{2\nu}^{(\nu-1)}$$

Die Glieder in der ersten Reihe lassen sich unmittelbar summiren, wonach:

$$(\gamma)\qquad f_{2n}^{(\nu)} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2\nu} - \frac{1}{2n}\right) + f_{2n-2}^{(\nu-1)} - \frac{1}{2n(2n-2)} f_{2n-4}^{(\nu-1)} - \cdots - \frac{1}{(2\nu+4)(2\nu+2)} f_{2\nu}^{(\nu-1)}$$

Diese Formel erweist sich als sehr brauchbar zur Ermittelung von $f_{2n}^{(\nu)}$, wenn man auf die unmittelbare Darstellung dieser Grösse verzichten will. Dieselbe kann indessen auch dazu dienen, die allgemeine Form dieser Grössen anzugeben, wie sie auch zur Kenntniss einzelner mit Bequemlichkeit fürt, wenn ν klein bleibt. Nehmen wir z. B. an, dass $\nu = 2$, so giebt sie, bei Berücksichtigung des bekannten Werthes von f'_{2n},

$$f_{2n}^{(2)} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2n}\right) + \frac{1}{4} - \frac{1}{2(2n-2)} - \frac{1}{2n(2n-2)}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2(2n-4)}\right) - \cdots - \frac{1}{8.6}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2.4}\right)$$

$$= \frac{3}{8} - \frac{1}{2.2n} - \frac{1}{2.2n-2}$$

$$- \frac{1}{4}\left\{\frac{1}{2n(2n-2)} + \frac{1}{(2n-2)(2n-4)} + \cdots + \frac{1}{8.6}\right\}$$

$$+ \frac{1}{2}\left\{\frac{1}{2n(2n-2)(2n-4)} + \frac{1}{(2n-2)(2n-4)(2n-6)} + \cdots + \frac{1}{8.6.4}\right\}$$

Bildet man nach bekannten Regeln die Summen der beiden letzten Reihen, so findet man

$$f_{2n}^{(2)} = \frac{23}{64} - \frac{3}{8}\frac{1}{2n} - \frac{1}{2(2n-2)} - \frac{1}{8}\frac{1}{2n(2n-2)}$$

wofür man aber auch schreiben kann

$$f_{2n}^{(2)} = \frac{23}{64} - \frac{7}{8}\frac{1}{2n} - \frac{9}{8}\frac{1}{2n(2n-2)}$$

Fährt man in derselben Weise fort, so zeigt es sich, dass die Grösse $f_{2n}^{(\nu)}$ allgemein durch einen Ausdruck, wie der folgende, dargestellt werden kann

$$f_{2n}^{(\nu)} = \alpha_0^{(\nu)} - \alpha_1^{(\nu)}\frac{1}{2n} - \alpha_2^{(\nu)}\frac{1}{2n(2n-2)} - \cdots - \alpha_\nu^{(\nu)}\frac{1}{2n(2n-2)\ldots(2\nu-2\nu+2)},$$

oder auch durch

$$f_{2n}^{(\nu)} = \alpha_1^{(\nu)}\left(\frac{1}{2\nu} - \frac{1}{2n}\right) + \alpha_2^{(\nu)}\left(\frac{1}{2\nu(2\nu-2)} - \frac{1}{2n(2n-2)}\right) + \cdots$$

$$+ \alpha_\nu^{(\nu)}\left(\frac{1}{2\nu(2\nu-2)\ldots 4.2} - \frac{1}{2n(2n-2)\ldots(2n-2\nu+2)}\right)$$

Die Coefficienten in diesen Ausdrücken liessen sich nun auf mehreren Wegen auffinden, indessen wird ihr Bau nicht sonderlich einfach, wenn ν unbestimmt gelassen wird. Zwar finden unter diesen einige ziemlich einfache Relationen statt, die jedoch nicht genügen, um sie vollständig kennen zu lernen. Aus diesen Gründen, und da die Gleichung (γ) den practischen Anforderungen in einem hohen Grade genügt, scheint ein ferneres Verweilen bei dieser Materie hier von wenig Interesse. Zwischen den zu verschiedenen Indices gehörigen f lassen sich ebenfalls mehrere Verbindungen angeben, aber auch diese werde ich übergehen, und bemerke nur die sogleich sich darbietende Relation

$$f_{2n}^{(\nu)} = f_{2n}^{(n-\nu)}$$

Hiernach lässt sich die Gleichung (γ) auch so stellen

$$f_{2n}^{(\nu)} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2\nu} - \frac{1}{2n}\right) + f_{2n-2}^{(n-\nu)} - \frac{1}{2n(2n-2)} f_{2n-4}^{(n-\nu-1)} - \cdots - \frac{1}{(2\nu+4)(2\nu+2)} f_{2\nu}^{(1)}$$

§ 9.

Betrachten wir jetzt die S-Coefficienten, bei denen die unteren Indices von Null verschieden sind, so giebt uns die letzte Gleichung des Systems (I) auf der Stelle

$$\text{(a)} \qquad S_{n}^{(2n+2)} = \frac{1}{1.2.3\ldots(2n+1)} \frac{1}{k^{2n+2}}$$

jedoch unter der Voraussetzung, dass

$$S_{0}^{(2)} = \frac{1}{k^2}$$

Setzen wir in der vorletzten Gleichung desselben Systems

$$S_{n-1}^{(2n+2)} = B_{n}^{(1)}$$

so ist dem entsprechend, wenn wir n in $n-1$ übergehen lassen,

$$S_{n-2}^{(2n)} = B_{n-1}^{(1)}$$

und die betreffende Gleichung wird, da

$$S_{n-1}^{(2n)} = \frac{1}{1.2.3\ldots(2n-1)} \frac{1}{k^{2n}},$$

$$o = \frac{2n.2n}{1.2.3\ldots(2n-1)} \frac{1+k^2}{k^{2n}} + B_{n-1}^{(1)} - 2n(2n+1)k^2 B_{n}^{(1)}$$

Durch Recursion findet man hieraus, weil

$$B_1^{(1)} = S_0^{(4)} = \frac{2.2}{1.2.3}\,\frac{1+k^2}{k^4},$$

$$B_n^{(1)} = S_{n-1}^{(2n+2)} = \frac{1}{1.2.3\ldots(2n+1)}\left[2^2+4^2+\cdots+(2n)^2\right]\frac{1+k^2}{k^{2n+2}}$$

$$= \frac{1}{6}\,\frac{(2n)^3+3\,(2n)^2+2.2n}{1.2.3\ldots(2n+1)}\,\frac{1+k^2}{k^{2n+2}}$$

(b) $$= \frac{1}{6}\,\frac{2n\,(2n+1)\,(2n+2)}{1.2.3\ldots(2n+1)}\,\frac{1+k^2}{k^{2n+2}}$$

In gleicher Weise fortfahrend setzen wir

$$S_{n-2}^{(2n+2)} = B_n^{(2)}$$

und erhalten alsdann

$$o = -2n\,(2n-1)\,S_{n-2}^{(2n-2)} + 2n.2n\,(1+k^2)\,S_{n-2}^{(2n)} + B_{n-1}^{(2)} - 2n\,(2n+1)\,k^2\,B_n^{(2)}$$

oder, wenn wir die Werthe von $S_{n-2}^{(2n-2)}$ und $S_{n-2}^{(2n)}$ aus den Gleichungen (a) und (b) substituiren,

$$o = -\frac{(2n-2)\,(2n-1)^2\,2n\,k^2}{1.2\ldots(2n-1)\,k^{2n}} + \frac{1}{6}\,\frac{2n.2n\,(2n-2)\,(2n-1)\,2n}{1.2\ldots(2n-1)}\,\frac{(1+k^2)^2}{k^{2n}} + B_{n-1}^{(2)} - 2n\,(2n+1)\,k^2\,B_n^{(2)}$$

Um die Behandlung dieser Gleichung etwas zu vereinfachen, setze ich

$$B_n^{(2)} = \frac{C_n^{(2)}}{1.2\ldots(2n+1)\,k^{2n+2}};$$

sie wird hiernach

$$o = -(2n-2)\,(2n-1)^2\,2n\,k^2 + \frac{1}{6}\,2n\,2n\,(2n-2)\,(2n-1)\,2n\,(1+k^2)^2 + C_{n-1}^{(2)} - C_n^{(2)}$$

Stellen wir hierauf die C als Functionen von k^2 dar, indem wir setzen:

$$C_n^{(2)} = E_{2.0}^{(n)} + E_{2.1}^{(n)}\,k^2 + E_{2.2}^{(n)}\,k^4$$

und substituiren diesen Ausdruck in der obigen Gleichung, so erlangen wir durch Vergleichung der Coefficienten von k^2 und k^4

(A) $$\begin{cases} E_{2.0}^{(n)} - E_{2.0}^{(n-1)} = \frac{1}{6}\,(2n)^3\,(2n-2)\,(2n-1) \\ E_{2.1}^{(n)} - E_{2.1}^{(n-1)} = -(2n-2)\,(2n-1)^2\,2n + \frac{1}{3}\,(2n)^3\,(2n-2)\,(2n-1) \end{cases}$$

Da augenscheinlich

$$E^{(n)}_{2.2} = E^{(n)}_{2.0}$$

so brauchen wir die eine dieser Grössen nicht besonders zu berechnen. Aus den Gleichungen (**A**) ergeben sich nun

$$E^{(n)}_{2.0} = E^{(2)}_{2.0} + \frac{1}{6}\sum_3^n (2n)^3 (2n-2)(2n-1)$$

$$E^{(n)}_{2.1} = E^{(2)}_{2.1} - \sum_3^n (2n-2)(2n-1)^2 2n + \frac{1}{3}\sum_3^n (2n)^3 (2n-2)(2n-1)$$

wo wir unter dem Zeichen $\sum_3^n f(n)$ die Summen der Grössen verstehen, die wir erhalten, wenn für n successive die Werthe aller ganzen Zahlen von 3 bis n incl. in $f(n)$ substituiren.

Aus der Zusammenstellung der S-Coefficienten in dem § 7 entnehmen wir

$$E^{(2)}_{2.0} = +64$$

$$E^{(2)}_{2.1} = +56$$

Nach Ausführung der bezeichneten Summationen ergiebt sich also

$$E^{(n)}_{2.0} = \frac{1}{720} 2n\left[(2n)^2 - 2^2\right]\left[(2n)^2 - 1^2\right](10.2n + 24)$$

$$E^{(n)}_{2.1} = \frac{1}{180} 2n\left[(2n)^2 - 2^2\right]\left[(2n)^2 - 1^2\right](5.2n - 6)$$

In ähnlicher Weise kann man fortgehen. Man setze

(**B**) $$S^{(2n+2)}_{n-\nu} = B^{(\nu)}_{n} = \frac{C_n^{(\nu)}}{1.2\ldots(2n+1)k^{2n+2}}$$

Hierauf entsteht die Gleichung

(**m**) $$o = -2n(2n-1)^2(2n-2)k^2 C^{(\nu-2)}_{n-2} + 2n.2n(1+k^2) C^{(\nu-1)}_{n-1} + C^{(\nu)}_{n-1} - C^{(\nu)}_{n}$$

Als Function von k^2 ausgedrückt sei

(**C**) $$C^{(\nu)}_{n} = E^{(n)}_{\nu,0} + E^{(n)}_{\nu,1} k^2 + \cdots + E^{(n)}_{\nu,\nu} k^{2\nu}$$

wobei

$$E^{(n)}_{\nu,\mu} = E^{(n)}_{\nu,\nu-\mu}$$

Die mit E bezeichneten Coefficienten finden sich, da sie von k unabhängig sind, aus der nachstehenden Gleichung

$$(\mathrm{D})\qquad E^{(n)}_{\nu,\mu} - E^{(n-1)}_{\nu,\mu} = - 2n(2n-1)^2(2n-2)\, E^{(n-2)}_{\nu-2,\mu-1} + 2n\,.\,2n \left\{ E^{(n-1)}_{\nu-1,\mu} + E^{(n-1)}_{\nu-1,\mu-1} \right\}$$

Bei der Anwendung dieser Gleichung setzen wir ihre rechte Seite, die wir kurzweg mit $F(n)$ bezeichnen wollen, als bekannt voraus, ebenso wie den Werth von $E^{(\nu)}_{\nu,\mu}$, d. h. mit anderen Worten den Ausdruck für $S_0^{(2\nu)}$; es findet sich nach diesen Voraussetzungen

$$E^{(n)}_{\nu,\mu} = E^{(\nu)}_{\nu,\mu} + F(\nu) + \int_\nu^n F(x)\,dx$$

$$+ \int_\nu^n \left\{ \tfrac{1}{2} F(x) + \frac{B_1}{1.2} F'(x) - \frac{B_3}{1.2.3.4} F'''(x) + \cdots \right\}$$

indem, wie üblich, B_1, B_3 u. s. w. die Bernoulli'schen Zahlen bedeuten.

Die S-Coefficienten mit ungeraden Indices sind einer ähnlichen Behandlung fähig. Es sei also hier

$$S^{(2n+3)}_{n+1-\nu} = B^{(\nu)}_n = \frac{C_n^{(\nu)}}{1.2\ldots(2n+2)\,k^{2n+3}}$$

so findet man die Gleichung

$$(\mathrm{B})\qquad o = -(2n+1)(2n)^2(2n-1)\,k^2\, C^{(\nu-2)}_{n-2} + (2n+1)(2n+1)(1+k^2)\, C^{(\nu-1)}_{n-1} + C^{(\nu)}_{n-1} - C^{(\nu)}_n$$

Setzt man in dieser

$$(\mathrm{C}')\qquad C^{(\nu)}_n = E^{(n)}_{\nu,0} + E^{(n)}_{\nu,1}\, k^2 + \cdots + E^{(n)}_{\nu,\nu}\, k^{2\nu}$$

so erlangt man

$$(\mathrm{D}')\qquad E^{(n)}_{\nu,\mu} - E^{(n-1)}_{\nu,\mu} = -(2n+1)(2n)^2(2n-1)\, E^{(n-2)}_{\nu-2,\mu-1} + (2n+1)^2 \left\{ E^{(n-1)}_{\nu-1,\mu} + E^{(n-1)}_{\nu-1,\mu-1} \right\}$$

woraus man für $E^{(n)}_{\nu,\mu}$ eine ähnliche Formel wie oben findet.

Giebt man dem Index ν die Werthe 0, 1 und 2, so erlangt man die nachstehenden speciellen Werthe der E-Coefficienten

$$E^{(n)}_{0.0} = 1$$

$$E^{(n)}_{1.0} = E^{(n)}_{1.1} = \frac{1}{6}(2n+1)(2n+2)(2n+3)$$

$$E^{(n)}_{2.0} = E^{(n)}_{2.2} = \frac{1}{720}(2n+1)\left[(2n+1)^2 - 2^2\right]\left[(2n+1)^2 - 1^2\right]\left[10(2n+1) + 24\right]$$

$$E^{(n)}_{2.1} = \frac{1}{180}(2n+1)\left[(2n+1)^2 - 2^2\right]\left[(2n+1)^2 - 1^2\right]\left[5(2n+1) - 6\right]$$

§ 10.

Begnügt man sich mit einer blossen numerischen Bestimmung der S-Coefficienten oder auch der mit T und U bezeichneten, ohne dieselben als Functionen von k und n explicite darstellen zu wollen, so finden die Gleichungen (**m**) und (**n**) des vorherg. § eine vortheilhafte Verwendung. Wir benutzen sie alsdann in der Form

(**M**)
$$C_n^{(\nu)} - C_{n-1}^{(\nu)} = A_n$$

indem wir die numerischen Werthe der A_n als bekannt voraussetzen. Man recurrirt hierbei auf $S_0^{(2n)}$ oder $S_0^{(2n+1)}$ je nachdem man die geraden oder ungeraden S-Coefficienten ermitteln will. Sucht man die T-Coefficienten, so ist das Verfahren wesentlich dasselbe, nur hat $C_n^{(\nu)}$ eine etwas andere Bedeutung. Behalten nämlich die mit E bezeichneten Grössen ihre vorhergehende Bedeutung in der Gleichung (**C**), so setzen wir, wenn die geraden Coefficienten ermittelt werden sollen,

$$T_{n-\nu}^{(2n+2)} = \frac{C_n^{(\nu)}}{1.2\ldots(2n+1)\,k^{2n+2}}$$

Wir erhalten hierauf aus den Gleichungen des Systems (**III**)

(**m'**)
$$o = 2n(2n-1)^2(2n-2)k'^2\,C_{n-2}^{(\nu-2)} + 2n.2n(k^2-k'^2)\,C_{n-1}^{(\nu-1)} + C_{n-1}^{(\nu)} - C_n^{(\nu)}$$

und hieraus ferner

$$C_n^{(\nu)} = E_{\nu,0}^{(n)}\,k^{2\nu} - E_{\nu,1}^{(n)}\,k^{2\nu-2}\,k'^2 + \cdots \pm E_{\nu,\nu}^{(n)}\,k'^{2\nu}$$

Wenn die ungeraden Coefficienten gesucht werden, setze man

$$T_{n+1-\nu}^{(2n+3)} = \frac{C_n^{(\nu)}}{1.2\ldots(2n+2)\,k^{2n+2}}$$

alsdann wird

(**n'**)
$$o = (2n+1)(2n)^2(2n-1)k'^2\,C_{n-2}^{(\nu-2)} + (2n+1)(2n+1)(k^2-k'^2)\,C_{n-1}^{(\nu-1)} + C_{n-1}^{(\nu)} - C_n^{(\nu)}$$

und

$$C_n^{(\nu)} = E_{\nu,0}^{(n)}\,k^{2\nu} - E_{\nu,1}^{(n)}\,k^{2\nu-2}\,k'^2 + \cdots \pm E_{\nu,\nu}^{(n)}\,k'^{2\nu}$$

wobei die E-Coefficienten dieselbe Bedeutung haben wie in der Gleichung (**C'**).

Setzen wir für die Darstellung der U-Coefficienten

$$U^{(2n+2)}_{n-\nu} = \frac{C^{(\nu)}_n}{1.2\ldots(2n+1)}$$

so giebt uns das Vte System

$$(\mathfrak{m}'')\quad o = -\,2n(2n-1)^2(2n-2)k'^2\,C^{(\nu-2)}_{n-2} + 2n.2n\,(1+k'^2)\,C^{(\nu-1)}_{n-1} + C^{(\nu)}_{n-1} - C^{(\nu)}_n$$

und indem wir die E-Coefficienten die Bedeutung beibehalten lassen, die sie in der Gleichung ($\mathfrak{C}$) hatten, erhalten wir

$$C^{(\nu)}_n = E^{(n)}_{\nu,0} + E^{(n)}_{\nu,1}\,k'^2 + \cdots + E^{(n)}_{\nu,\nu}\,k'^{2\nu}$$

Sei endlich

$$U^{(2n+3)}_{n+1-\nu} = \frac{C^{(\nu)}_n}{1.2\ldots(2n+2)};$$

die Gleichungen des Systems VI geben uns alsdann

$$(\mathfrak{n}'')\quad o = -(2n+1)(2n)^2(2n-1)k'^2\,C^{(\nu-2)}_{n-2} + (2n+1)(2n+1)(1+k'^2)\,C^{(\nu-1)}_{n-1} + C^{(\nu)}_{n-1} - C^{(\nu)}_n$$

Wenn ausserdem die E-Coefficienten dieselbe Bedeutung wie in der Gleichung ($\mathfrak{C}'$) beibehalten, so wird

$$C^{(\nu)}_n = E^{(n)}_{\nu,\nu} + E^{(n)}_{\nu,1}\,k'^2 + \cdots + E^{(n)}_{\nu,\nu}\,k'^{2n}$$

Bei der soeben vorgetragenen Rechnungsmethode kommt es uns wesentlich darauf an, diejenigen des S-, T- und U-Coefficienten zu ermitteln, bei welchen der untere Index Null ist. Nun haben wir zwar dieselben in dem § 8 in einer gewissen Beziehung ausführlich genug untersucht, allein sie können noch in anderer Weise als in der Form rationaler Functionen von k ausgedrückt werden, wodurch sich wieder neue Methoden zu ihrer Berechnung entwickeln lassen. Es ist namentlich die Darstellung vermittelst bestimmter Integrale, welche in dieser Beziehung erfolgreich ist, und diese soll im nächsten Paragraphen erörtert werden.

§ 11.

Die Methode Laplace's zur Integration linearer Differenzengleichungen gewährt uns ein sehr bequemes Mittel, die zu untersuchenden Grössen vermittelst bestimmter Integrale darzustellen. Indem wir in den ersten Gleichungen aller Systeme in § 7 $n+1$ statt n ein-

treten lassen, so ersehen wir leicht, dass dieselbe von der Form einer der folgenden Gleichungen sind:

$$(\alpha) \qquad o = (2n+1) f V_n + (2n+2) f_1 V_{n+1} + (2n+3) f_2 V_{n+2}$$

$$(\beta) \qquad o = (2n+2) f W_n + (2n+3) f_1 W_{n+1} + (2n+4) f_2 W_{n+2}$$

Die erste dieser Gleichungen dient zur Bestimmung der geraden Coefficienten und die zweite zur Bestimmung der ungeraden; in beiden bezeichnen f, f_1 und f_2 gewisse Functionen von k, die verschieden sind, je nachdem die S-, die T- oder die U-Coefficienten ermittelt werden sollen.

Es sei nun

$$V_n = \int_a^b x^n \varphi\, dx$$

wo φ, die eine Function von x ist, nicht minder wie die Gränzen a und b, die wir von n unabhängig denken, noch zu bestimmen sind. Setzen wir ferner um abzukürzen

$$x^n = z$$

so wird

$$V_n = \int_a^b z \varphi\, dx$$

$$V_{n+1} = \int_a^b z \varphi x\, dx$$

$$V_{n+2} = \int_a^b z \varphi x^2\, dx$$

$$n V_n = \int_a^b \frac{dz}{dx} \varphi x\, dx$$

$$n V_{n+1} = \int_a^b \frac{dz}{dx} \varphi x^2\, dx$$

$$n V_{n+2} = \int_a^b \frac{dz}{dx} \varphi x^3\, dx$$

Werden die soeben gewonnene Ausdrücke in der Gleichung (α) substituirt, so entsteht die folgende

$$o = \int_a^b \varphi\, dx \left\{ (f + 2f_1 x + 3f_2 x^2) z + 2(fx + f_1 x^2 + f_2 x^3) \frac{dz}{dx} \right\}$$

oder nach theilweiser Integration des zweiten Gliedes

(γ) $$o = 2 \Big/_a^b \varphi z (fx + f_1 x^2 + f_2 x^3)$$

$$- \int_a^b z\, dx \left\{ (f + 2f_1 x + 3f_2 x^2) \varphi + 2(fx + f_1 x^2 + f_2 x^3) \frac{d\varphi}{dx} \right\}$$

Dieser Gleichung wird genügt, wenn jedes Glied für sich gleich Null gesetzt wird. Das zweite giebt uns dabei

$$\varphi = \text{Const.}\, e^{-\frac{1}{2} \int \frac{f + 2f_1 x + 3f_2 x^2}{fx + f_1 x^2 + f_2 x^3} dx}$$

$$= \frac{\text{Const.}}{\sqrt{fx + f_1 x^2 + f_2 x^3}}$$

Sind ferner ξ_1 und ξ_2 die Wurzeln der Gleichung

$$o = f + f_1 x + f_2 x^2$$

so wird dem ersten Gliede der Gleichung (γ) genügt, sowohl von o wie von ξ_1 und ξ_2. Das allgemeine Integral der Gleichung (α) ist daher

$$V_n = C \int_0^{\xi_1} \frac{x^n\, dx}{\sqrt{x(\xi_1 - x)(\xi_2 - x)}} + C_1 \int_0^{\xi_2} \frac{x^n\, dx}{\sqrt{x(\xi_1 - x)(\xi_2 - x)}}$$

indem C und C_1 zwei willkührliche Constanten bedeuten, die aber Functionen von k sein können.

Auf die nämliche Weise behandelt giebt uns die Gleichung (β)

$$W_n = D \int_0^{\xi_1} \frac{x^n\, dx}{\sqrt{(\xi_1 - x)(\xi_2 - x)}} + D_1 \int_0^{\xi_2} \frac{x^n\, dx}{\sqrt{(\xi_1 - x)(\xi_2 - x)}}$$

wobei ξ_1 und ξ_2 dieselbe Bedeutung haben wie oben und D und D_1 willkührliche Constanten sind.

Wenden wir nun diese beiden Ausdrücke zur Darstellung der S-, T- und U-Coefficienten an, so haben wir der Reihe nach für f, f_1 und f_n folgende Werthe anzunehmen

$$1,\ -(1+k^2),\ k^2$$
$$-k'^2,\ -(k^2-k'^2),\ k^2$$
$$k'^2,\ -(1+k'^2),\ 1$$

und diesen entsprechend erhalten wir resp.

$$\xi_1 = 1 \text{ und } \xi_2 = \frac{1}{k^2}$$
$$\xi_1 = 1 \quad » \quad \xi_2 = -\frac{k'^2}{k^2}$$
$$\xi_1 = 1 \quad » \quad \xi_2 = k'^2$$

Die Integrale, welche wir nun unmittelbar erhalten, lassen indessen mehrere Transformationen zu. Auch können wir diejenigen derselben, die imaginär sind, in einen reellen und in einen rein imaginären Theil zerlegen. Reduciren wir hiernach die reellen Integrale derselben Gleichung auf dieselben Gränzen und denselben Modul, so können wir sie in ein einziges zusammenziehen, und erhalten, nachdem wir x^2 an der Stelle von x eingefügt haben, und indem wir alle constante Factoren mit den willkührlichen Constanten vereinigt denken, folgende Ausdrücke:

$$(\mathrm{A})\left\{\begin{aligned}
S_0^{(2n)} &= C_1\int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} + \sqrt{-1}\,C_2\int_1^{\frac{1}{k}} \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}\\
S_0^{(2n+1)} &= D_1\int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} + \sqrt{-1}\,D_2\int_1^{\frac{1}{k}} \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^3)}}\\
T_0^{(2n)} &= C_1'\int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} + \sqrt{-1}\,C_2'\int_0^{\sqrt{-1}\frac{k'}{k}} \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}}\\
T_0^{(2n+1)} &= D_1'\int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} + D_2'\int_0^{\sqrt{-1}\frac{k'}{k}} \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}}
\end{aligned}\right.$$

$$(\mathbf{A})\begin{cases} U_0^{(2n)} = C_1''\displaystyle\int_{k'}^{1}\frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} + \sqrt{-1}\;C_2''\int_{k'}^{0}\frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} \\[2ex] U_0^{(2n+1)} = D_1''\displaystyle\int_{k'}^{1}\frac{a^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} + \sqrt{-1}\;D_2''\int_{k'}^{0}\frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} \end{cases}$$

Diese Ausdrücke nehmen eine elegantere und für manche Zwecke vortheilhaftere Form an, wenn wir für x der Reihe nach $\sin am\,u$, $\cos am\,u$ und $\Delta\,am\,u$ einführen. Es werden auf solche Weise

$$(\mathbf{B})\begin{cases} S_0^{(2n)} = C_1\displaystyle\int_0^K\{\sin am\,u\}^{2n}du + \sqrt{-1}\;C_2\int_K^{K\pm\sqrt{-1}K'}\{\sin am\,u\}^{2n}du \\[2ex] S_0^{(2n+1)} = D_1\displaystyle\int_0^K\{\sin am\,u\}^{2n+1}du + \sqrt{-1}\;D_2\int_K^{K\pm\sqrt{-1}K'}\{\sin am\,u\}^{2n+1}du \\[2ex] T_0^{(2n)} = C_1'\displaystyle\int_0^K\{\cos am\,u\}^{2n}du - \sqrt{-1}\;C_2'\int_K^{K-\sqrt{-1}K'}\{\cos am\,u\}^{2n}du \\[2ex] T_0^{(2n+1)} = D_1'\displaystyle\int_0^K\{\cos am\,u\}^{2n+1}du - \qquad D_2'\int_K^{K-\sqrt{-1}K'}\{\cos am\,u\}^{2n+1}du \\[2ex] U_0^{(2n)} = C_1''\displaystyle\int_0^K\{\Delta\,am\,u\}^{2n}du - \sqrt{-1}\;C_2''\int_K^{K\pm\sqrt{-1}K'}\{\Delta\,am\,u\}^{2n}du \\[2ex] U_0^{(2n+1)} = D_1''\displaystyle\int_0^K\{\Delta\,am\,u\}^{2n+1}du - \sqrt{-1}\;D_2''\int_K^{K\pm\sqrt{-1}K'}\{\Delta\,am\,u\}^{2n+1}du \end{cases}$$

Wir schreiten jetzt zu der Bestimmung der Constanten. Diese können wir dadurch bewerkstelligen, dass wir in den Formeln (**A**) oder (**B**) für n die Werthe 0 und 1 substituiren; die somit erlangten Resultate vergleicht man hierauf mit den bekannten Werthen

von $S_0^{(0)}$, $S_0^{(1)}$, $S_0^{(2)}$, $T_0^{(0)}$ u. s. w. und erlangt schliesslich sechs Systeme von zwei Gleichungen, worin die gesuchten Constanten als Unbekannte eingehen. Die speciellen Werthe der obigen Integrale, welche wir hierbei nöthig haben, sind die folgenden:

$$\int_0^K du = K$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}\,K'} du = \pm \sqrt{-1}\,K'$$

$$\int_0^K \sin am\,u\,du = \frac{1}{k} \log \sqrt{\frac{1+k}{1-k}}$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}\,K'} \sin am\,u\,du = \frac{1}{k} \log (\pm \sqrt{-1}) = \pm \frac{1}{k} \sqrt{-1}\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^K \cos am\,u\,du = \frac{1}{k} \text{arc} \sin k$$

$$\int_K^{K - \sqrt{-1}\,K'} \cos am\,u\,du = \frac{1}{k}\frac{\pi}{2} - \frac{1}{k} \text{arc} \sin k = \frac{1}{k} \text{arc} \sin k'$$

$$\int_0^K \Delta\, am\,u\,du = \frac{\pi}{2}$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}\,K'} \Delta\, am\,u\,du = \sqrt{-1} \log \frac{1+k'}{k'}$$

$$\int_0^K (\sin am\,u)^2\,du = \frac{1}{k^2}(K - E)$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}\,K'} (\sin am\,u)^2\,du = \pm \frac{\sqrt{-1}}{k^2}\left(\frac{K'}{K}(K - E) + \frac{\pi}{2K}\right)$$

$$\int_0^K (\cos am\, u)^2 du = \frac{1}{k^2}(E - k'^2 K)$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}K'} (\cos am\, u)^2 du = \pm \frac{\sqrt{-1}}{k^2}\left(\frac{K'}{K}(E - k'^2 K) - \frac{\pi}{2K}\right)$$

$$\int_0^K (\Delta\, am\, u)^2 du = E$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}K'} (\Delta\, am\, u)^2 du = \pm \sqrt{-1}\left(\frac{K'}{K} E - \frac{\pi}{2K}\right)$$

$$\int_0^K (\sin am\, u)^3 du = \frac{1+k^2}{2k^3} \log \sqrt{\frac{1+k}{1-k}} - \frac{1}{2k^2}$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}K'} (\sin am\, u)^3 du = \sqrt{-1}\, \frac{1+k^2}{2k^3}\, \frac{\pi}{2}$$

$$\int_0^K (\cos am\, u)^3 du = \frac{1}{2}\, \frac{k^2 - k'^2}{k^3} \arcsin k + \frac{1}{2}\, \frac{k'}{k^2}$$

$$\int_K^{K - \sqrt{-1}K'} (\cos am\, u)^3 du = \frac{1}{2}\, \frac{k^2 - k'^2}{k^3} (\pi - \arcsin k) - \frac{1}{2}\, \frac{k'}{k^2}$$

$$\int_0^K (\Delta\, am\, u)^3 du = \frac{1}{2}(1 + k'^2)\, \frac{\pi}{2}$$

$$\int_K^{K \pm \sqrt{-1}K'} \Delta\, am\, u)^3 du = \sqrt{-1}\left(\frac{1}{2}(1 + k'^2) \log \frac{1+k'}{k} \mp \frac{1}{2} k'\right)$$

Bei diesen Integralen ist der Integrationsweg stets geradlinig angenommen worden, damit die Bestimmung der Constanten eindeutig herausfallen sollte; es versteht sich, dass später, bei Anwendung der Gleichungen (**A**) oder (**B**), der Integrationsweg ebenfalls geradlinig angenommen werden muss. Es ist auch nicht nöthig die doppelten Vorzeichen, wo sie vorkommen, zu berücksichtigen, wenn man immer consequent verfährt; wir werden also später bloss die oberen Zeichen wählen.

Die Werthe einiger der Integrale, die in der obigen Zusammenstellung vorkommen, lassen sich noch in anderer Weise ausdrücken. Es sind diejenigen, deren Gränzen K und $K \pm \sqrt{-1}\,K'$ sind. Man erlangt diese zweite Form sehr leicht, indem man diejenigen Integrale der Gleichungen (**A**), die in den letzten Gliedern vorkommen, auf die Gränzen o und 1 reducirt. Durch eine solche Reduction erlangt man:

$$\int_1^{\frac{1}{k}} \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \sqrt{-1}\,\frac{1}{k^{2n}} \int_0^1 \frac{(1-k'^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k'^2x^2)}}$$

$$\int_1^{\frac{1}{k}} \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \sqrt{-1}\,\frac{1}{k^{2n+1}} \int_0^1 \frac{(1-k'^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$\int_0^{\sqrt{-1}\frac{k'}{k}} \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} = \sqrt{-1}\,(-1)^n \left(\frac{k'}{k}\right)^{2n} \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k^2+k'^2x^2)}}$$

$$\int_0^{\sqrt{-1}\frac{k'}{k}} \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} = (-1)^{n+1} \left(\frac{k'}{k}\right)^{2n+1} \int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k^2+k'^2x^2)}}$$

$$\int_{k'}^{0} \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} = \sqrt{-1}\,k'^{2n} \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k'^2x^2)}}$$

$$\int_{k'}^{0} \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(x^2-k'^2)}} = \sqrt{-1}\,k'^{2n+1} \int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k'^2x^2)}}$$

Aus diesen Gleichungen entnehmen wir unter anderen die folgenden Werthe, wobei das zur Modul k' gehörige vollständige Integral zweiter Gattung mit E' bezeichnet wird,

$$\int_{K}^{K+\sqrt{-1}\,K'} (\sin am\, u)^2 du = \sqrt{-1}\,\frac{E'}{k^2}$$

$$\int_{K}^{K-\sqrt{-1}\,K'} (\cos am\, u)^2 du = \sqrt{-1}\,\frac{E'-k^2K'}{k^2}$$

$$\int_{K}^{K+\sqrt{-1}\,K'} (\Delta\; am\, u)^2 du = \sqrt{-1}\,(K'-E')$$

Die Vergleichung dieser Werthe mit den vorher angegebenen führt uns zu einem bekannten Theoreme, nämlich

$$KE' + K'E = \frac{\pi}{2} + KK'$$

Die Werthe der Constanten, welche sich unter Berücksichtigung der soeben gefundenen Resultate ergaben, wurden in den Gleichungen (A) substituirt und somit entstanden die folgenden Ausdrücke:

$$S_0^{(2n)} = -\frac{2}{\pi} K' \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} + \frac{1}{k^{2n}}\,\frac{2}{\pi} K \int_0^1 \frac{(1-k'^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k'^2x^2)}}$$

$$S_0^{(2n+1)} = \frac{2}{\pi}\,\frac{1}{k^{2n+1}} \int_0^1 \frac{(1-k'^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$T_0^{(2n)} = \frac{2}{\pi} K' \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} - \frac{2}{\pi}(-1)^n \left(\frac{k'}{k}\right)^{2n} K \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k^2+k'^2x^2)}}$$

$$T_0^{(2n+1)} = \frac{2}{\pi}\left\{\int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} + (-1)^n\left(\frac{k'}{k}\right)^{2n+1} \int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k^2+k'^2x^2)}}\right\}$$

$$U_0^{(2n)} = \frac{2}{\pi} K' \int_0^1 \frac{(1-k^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} - \frac{2}{\pi} k'^{2n} K \int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k'^2x^2)}}$$

$$U_0^{(2n+1)} = \frac{2}{\pi} \int_0^1 \frac{(1-k^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

§ 12.

Wir haben in dem vorhergehenden Paragraphen die Grössen $S_0^{(2n)}$ u. s. w. vermittelst bestimmter Integrale ausgedrückt; es bleibt uns nun übrig die letzteren zu berechnen. Zu diesem Zwecke lassen sich allerdings eine grosse Menge Vorschriften angeben, allein wenn n nicht eine kleine Zahl oder auch eine sehr grosse bedeutet und dabei k oder eventuell k' sich wenig von der Einheit unterscheidet, sind es wenige, die als practisch brauchbar empfohlen werden können. Die Fälle, wo n nur einige wenige Einheiten gross ist, haben hier wenig Interesse und können jetzt um so mehr übergangen werden, als ihre Behandlung nach den gewöhnlichen Regeln für die Berechnung elliptischer Integrale durchaus keine Schwierigkeit darbietet. Wir nehmen also an, dass n grössere Werthe annimmt, als dass die gewöhnlichen Methoden mit Erfolg anwendbar wären, und suchen zunächst Entwicklungen für die fraglichen Integrale, die bei sehr grossen Werthen von n anwendbar sind. Solche finden wir sehr leicht, es ist nämlich

$$\int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{\pi}{2k'}\,\frac{1.3..(2n-1)}{2.4...\,2n}\left\{1 - \frac{1}{2}\,\frac{1}{2n+2}\left(\frac{k^2}{k'^2}\right) + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{1.3}{(2n+2)(2n+4)}\left(\frac{k^2}{k'^2}\right)^2 - \cdots\right\}$$

$$\int_0^1 \frac{x^{2n}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} = \frac{\pi}{2}\,\frac{1.3..(2n-1)}{2.4...\,2n}\left\{1 + \frac{1}{2}\,\frac{1}{2n+2}\,k^2 + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{1.3}{(2n+2)(2n+4)}\,k^4 + \cdots\right\}$$

Die erste dieser Reihen ist allerdings divergent, sobald $k > k'$; bei genügend grossen Werthen von n geben indessen die ersten Glieder einen genäherten Werth des Integrals. Die zweite Reihe convergirt immer, wenn $k < 1$. Diesen Entwicklungen entsprechend erhalten wir auch

$$\int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{2.4...\,2n}{1.3..(2n+1)}\left\{1 - \frac{1}{2}\,\frac{1}{2n+3}\left(\frac{k^2}{k'^2}\right) + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{1.3}{(2n+3)(2n+5)}\left(\frac{k^2}{k'^2}\right)^2 - \cdots\right\}.$$

$$\int_0^1 \frac{x^{2n+1}\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(k'^2+k^2x^2)}} = \frac{2.4...\,2n}{1.3..(2n+1)}\left\{1 + \frac{1}{2}\,\frac{1}{2n+3}\,k^2 + \frac{1.3}{2.4}\,\frac{1.3}{(2n+3)(2n+5)}\,k^4 + \cdots\right\}$$

Um eine bei grossen n zweckmässige Entwicklung für das Integral

$$\int_0^1 \frac{(1-k^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}$$

zu erhalten, kann man in der folgenden Weise verfahren. Man setze in diesem Integrale $x = \sin\varphi$ und schreibe es alsdann

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} e^{(n-\frac{1}{2})\log(1-k^2\sin\varphi^2)}\, d\varphi$$

Da wir k kleiner als die Einheit voraussetzen können, so lässt sich die Grösse $\log(1-k^2\sin\varphi^2)$ nach den steigenden Potenzen von φ^2 entwickeln; setzt man nach dieser Entwicklung $\sqrt{\frac{2n-1}{2}}\, k\varphi = z$, so bringt man unser Integral leicht auf die Form:

$$\sqrt{\frac{2}{2n-1}}\,\frac{1}{k}\int_0^{\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2n-1}{2}}\,k} e^{-z^2}(1 - P_2 z^4 - \cdots)\, dz$$

Ist nun n hinlänglich gross, damit man die angesetzte obere Gränze mit ∞ verwechseln darf, so wird

$$\int_0^1 \frac{(1-k^2x^2)^n\, dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2\pi}{2n-1}}\,\frac{1}{k}\left\{1 - \frac{1.3}{2.2}P_2 - \frac{1.3.5}{2.2.2}P_3 - \cdots\right\}$$

Wir haben nun noch die Grössen P_2 u. s. w. zu bestimmen. Zu diesem Zwecke dient als Ausgangspunkt die Entwicklung

$$\log(1-k^2\sin\varphi^2) = -k^2\sin\varphi^2 - \tfrac{1}{2}k^4\sin\varphi^4 - \cdots$$

Bezeichnen wir ferner die bekannten Entwicklungscoefficienten von $\sin\varphi^{2i}$ nach den Vielfachen von φ mit $A_\nu^{(i)}$, in der Weise, dass

$$\sin\varphi^{2i} = A_0^{(i)} - A_1^{(i)}\cos 2\varphi + \cdots \pm A_i^{(i)}\cos 2i\varphi$$

so erhalten wir leicht den folgenden Ausdruck:

$$\begin{aligned}\sin\varphi^{2i} = {} & \frac{\varphi^{2i}}{1.2\ldots 2i}\left\{A_i^{(i)}(2i)^{2i} - A_{i-1}^{(i)}(2i-2)^{2i} + \cdots \pm A_1^{(i)}2^{2i}\right\} \\ & - \frac{\varphi^{2i+2}}{1.2\ldots(2i+2)}\left\{A_i^{(i)}(2i)^{2i+2} - A_{i-1}^{(i)}(2i-2)^{2i+2} + \cdots \pm A_1^{(i)}2^{2i+2}\right\} \\ & + \cdots\cdots\end{aligned}$$

Nach dieser Formel erhält man z. B.

$$\sin\varphi^2 = \varphi^2 - \tfrac{1}{3}\varphi^4 + \tfrac{2}{45}\varphi^6 - \tfrac{1}{315}\varphi^8 + \cdots$$

$$\sin\varphi^4 = \varphi^4 - \tfrac{2}{3}\varphi^6 + \tfrac{1}{5}\varphi^8 - \cdots$$

$$\sin\varphi^6 = \varphi^6 - \varphi^8 + \cdots$$

u. s. w.

und hiermit ferner

$$\log(1-k^2\sin\varphi^2) = -k^2\varphi^2 - (\tfrac{1}{2}k^4 - \tfrac{1}{3}k^6)\,\varphi^4 - (\tfrac{1}{3}k^6 - \tfrac{1}{3}k^4 + \tfrac{2}{45}k^2)\,\varphi^6$$
$$- (\tfrac{1}{4}k^8 - \tfrac{1}{3}k^6 + \tfrac{1}{10}k^4 - \tfrac{1}{315}k^2)\,\varphi^8 - \cdots$$

Führen wir nun in dieser Gleichung die veränderlichen z statt φ ein, so erlangen wir

$$(n-\tfrac{1}{2})\log(1-k^2\sin\varphi^2) = -z^2 - \frac{1}{k^4}(\tfrac{1}{2}k^4 - \tfrac{1}{3}k^2)\,\frac{2}{2n-1}\,z^4 - \frac{1}{k^6}(\tfrac{1}{3}k^6 - \tfrac{1}{3}k^4 + \tfrac{2}{45}k^2)\left(\frac{2}{2n-1}\right)^2 z^6$$
$$- \frac{1}{k^8}(\tfrac{1}{4}k^8 - \tfrac{1}{3}k^6 + \tfrac{1}{10}k^4 - \tfrac{1}{315}k^2)\left(\frac{2}{2n-1}\right)^3 z^8 - \cdots$$

Hierauf findet man leicht die folgenden Werthe der gesuchten Grössen

$$P_2 = \frac{1}{k^4}(\tfrac{1}{2}k^4 - \tfrac{1}{3}k^3)\left(\frac{2}{2n-1}\right)$$

$$P_3 = \frac{1}{k^6}(\tfrac{1}{3}k^6 - \tfrac{1}{3}k^4 - \tfrac{2}{45}k^2)\left(\frac{2}{2n-1}\right)^2$$

$$P_4 = \frac{1}{k^8}(\tfrac{1}{4}k^8 - \tfrac{1}{3}k^6 + \tfrac{1}{10}k^4 - \tfrac{1}{315}k^2)\left(\frac{2}{2n-1}\right)^3 - \tfrac{1}{2}P_2^2$$

u. s. w.

Wie man aus diesen Ausdrücken ersehen kann, eignet sich die soeben auseinandergesetzte Methode zu numerischen Rechnungen vorzüglich dann, wenn n eine grosse Zahl bedeutet und wenn k der Einheit nahe kommt.

Die Berechnung des Integrals

$$\int_0^1 \frac{(1-k^2x^2)^n\,dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

lässt sich genau in derselben Weise ausführen: man hat nur statt $n-\frac{1}{2}$ in den obigen Formeln n einzuführen.

§ 13.

Ich werde jetzt eine Methode zur Berechnung der hier in Frage kommenden Integrale aufsuchen, die eine allgemeinere Anwendung zulässt, d. h. die bei jedem Werthe von n und k, so schnell als es die Natur der Aufgabe gestattet, zum Ziele führt. Wohl wächst die Mühe der Anwendung mit n, allein diese Grösse kann ziemlich beträchtliche Werthe annehmen, ohne dass man jene unverhältnissmässig nennen kann.

Mit $f(\varphi)$ sei eine ganze rationale Function von $\sin\varphi^2$ der Ordnung n bezeichnet; diese Function kann bei dieser Voraussetzung folgendermaassen dargestellt werden:

$$f(\varphi) = H(0) + H(1)\cos 2\varphi + \cdots + H(n)\cos 2n\varphi$$

Ferner sei

$$F(\nu,k) = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin\varphi^{2\nu}\,d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin\varphi^2}}$$

$$G(k) = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{f(\varphi)\,d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin\varphi^2}}$$

Nach einem bekannten Satze ist

$$\int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\cos 2\nu\varphi\,d\varphi}{\sqrt{1+2k_1\cos 2\varphi+k_1^2}} = (-k_1)^\nu \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin\varphi^{2\nu}\,d\varphi}{\sqrt{1-k_1^2\sin\varphi^2}};$$

setzen wir also

$$k^2 = \frac{4k_1}{(1+k_1)^2},$$

so finden wir leicht

$$(\alpha)\qquad G(k) = (1+k_1)\left\{H(0)\,F(0,k_1) - k_1\,H(1)\,F(1,k_1) + \cdots \pm k_1^{\,n}\,H(n)\,F(n,k_1)\right\}$$

Wenn wir indessen, wie im vorhergehenden Paragraphen, uns der Bezeichnungsweise

$$\sin\varphi^{2i} = A_0^{(i)} - A_1^{(i)}\cos 2\varphi + \cdots$$

bedienen, so ergeben sich die folgenden Relationen, bei denen k_2 aus der Gleichung

$$k_1^2 = \frac{4k_2}{(1+k_2)^2}$$

bestimmt ist,

$$F(0,k_1) = (1+k_2)\,F(0,k_2)$$

$$F(1,k_1) = (1+k_2)\left\{A_0^{(1)}\,F(0,k_2) + k_2\,A_1^{(1)}\,F(1,k_2)\right\}$$

$$F(2,k_1) = (1+k_2)\left\{A_0^{(2)}\,F(0,k_2) + k_2\,A_1^{(2)}\,F(1,k_2) + k_2^2\,A_2^{(2)}\,F(2,k_2)\right\}$$

u. s. w.

Berücksichtigen wir diese, und führen wir ausserdem folgende Bezeichnungen ein:

$$(\mathrm{A})\left\{\begin{array}{l} H'(0) = H(0) - k_1\,A_0^{(1)}\,H(1) + k_1^2\,A_0^{(2)}\,H(2) - \cdots \pm k_1^n\,A_0^{(n)}\,H(n) \\ H'(1) = A_1^{(1)}\,H(1) - k_1\,A_1^{(2)}\,H(2) + \cdots \pm k_1^{n-1}\,A_1^{(n)}\,H(n) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ H'(n) = A_n^{(n)}\,H(n), \end{array}\right.$$

so ergiebt sich aus der Gleichung (α) die folgende:

$$(\beta)\quad G(k) = (1+k_1)(1+k_2)\left\{H'(0)\,F(0,k_2) - k_1k_2\,H'(1)\,F(1,k_2) + \cdots \pm k_1^n k_2^n\,H'(n)\,F(n,k_2)\right\}$$

Fährt man in derselben Weise fort, indem man k_3 aus der Gleichung

$$k_2^2 = \frac{4k_3}{(1+k_3)^2}$$

bestimmt, und die folgenden Bezeichnungen einführt:

$$(\mathrm{B})\left\{\begin{array}{l} H''(0) = H'(0) - k_1k_2\,A_0^{(1)}\,H'(1) + \cdots \pm k_1^n k_2^n\,A_0^{(n)}\,H'(n) \\ H''(1) = A_1^{(1)}\,H'(1) - k_1k_2\,A_1^{(2)}\,H'(2) + \cdots \pm k_1^{n-1}k_2^{n-1}\,A_1^{(n)}\,H'(n) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ H''(n) = A_n^{(n)}\,H'(n), \end{array}\right.$$

so ergiebt sich als Resultat der neuen Transformation

$$(\gamma) \quad G(k) = (1+k_1)(1+k_2)(1+k_3)\left\{H''(0)\,F(0,k_3) - k_1 k_2 k_3\,H''(1)\,F(1,k_3) + \cdots\right\}$$

Die Grössen k_1, k_2 u. s. w. nehmen aber sehr rasch ab, so dass man sie alsbald vernachlässigen kann; erwägt man dabei, dass

$$(1+k_1)(1+k_2)(1+k_3)\cdots = \frac{2K}{\pi}$$

$$F(0,0) = \frac{\pi}{2},$$

so gewinnt man die Formel

$$G(k) = K.H$$

wo wir mit H den Gränzwerth bezeichnen, gegen welchen die Grössen $H'(0)$, $H''(0)$ u. s. w. convergiren.

Nach diesen allgemeinen Formeln erlangt man z. B. sehr leicht eine bekannte Entwicklung für das vollständige elliptische Integral zweiter Gattung. Wir haben hierzu

$$A_0^{(1)} = \tfrac{1}{2}$$

$$A_1^{(1)} = \tfrac{1}{2}$$

$$H(0) = 1 - \tfrac{1}{2}k^2$$

$$H(1) = \tfrac{1}{2}k^2$$

Mit diesem Gegebenen findet man

$$H'(0) = 1 - \tfrac{1}{2}k^2 - \tfrac{1}{4}k^2 k_1$$

$$H'(1) = \tfrac{1}{4}k^2$$

$$H''(0) = 1 - \tfrac{1}{2}k^2 - \tfrac{1}{4}k^2 k_1 - \tfrac{1}{8}k^2 k_1 k_2$$

$$H''(1) = \tfrac{1}{8}k^2$$

---

u. s. w.

Man erlangt somit

$$E = K\left\{1 - \tfrac{1}{2}k^2 - \tfrac{1}{4}k^2 k_1 - \tfrac{1}{8}k^2 k_1 k_2 - \tfrac{1}{16}k^2 k_1 k_2 k_3 - \cdots\right\}$$

Wenn man von der in diesem Paragraphen vorgetragenen Methode rein numerische Anwendungen machen will, so liegt die Hauptschwierigkeit in der Berechnung von $H'(0)$. Die Grössen $H'(1)$ u. s. f. brauchen nämlich weniger genau berechnet zu werden, da sie mit den kleinen Factoren $k_1 k_2$, $k_1^2 k_2^2$ u. s. w. zu multipliciren sind. Die Berechnung von $H''(0)$ u. folg. ist wiederum mit keinen Schwierigkeiten verbunden, weil die diese Functionen darstellenden Reihen bereits rasch convergiren, wenn man extreme Fälle ausnimmt. Meistens ist aber auch die Berechnung von $H'(0)$ leicht genug, weil die Coefficienten $H(0)$, $H(1)$ u. s. w. gewöhnlich an und für sich eine absteigende Reihe bilden. Indessen erscheint es als ob man vermittelst passender Umformungen auch diesen Theil der Rechnung abzukürzen im Stande wäre, und in der That giebt es Fälle, wo dies geschehen kann. Ich habe jedoch keine Veranlassung gefunden, die vorliegenden Untersuchungen nach dieser Richtung hin auszudehnen.

Die Bedingung, dass $f(\varphi)$ eine ganze rationale Function von $\sin\varphi^2$ sein muüsste, ist übrigens keineswegs wesentlich; im Gegentheil behalten die soeben entwickelten Formeln ihre volle Gültigkeit, wenn die für $f(\varphi)$ angegebene Reihe convergirt. Alsdann kann bemerkt werden, dass die für $H'(0)$ und noch mehr die für $H''(0)$ u. folg. abgeleiteten Reihen auch bei Werthen von k, die sehr nahe der Einheit liegen, erheblich stärker convergiren, als die ursprüngliche für $f(\varphi)$.

Obgleich die vorgetragene Materie zu vielen interessanten Untersuchungen Veranlassung geben könnte halte ich es doch für angemessen vorläufig hier abzuschliessen.

§ 14.

Bei vielen numerischen Rechnungen ist es weder nothwendig, noch vortheilhaft, die gesuchten Grössen als Functionen der Rechnungselemente algebraisch entwickelt zu besitzen oder in solcher Form zu berechnen. Es genügt vielmehr häufig ein gewisses Schema, wonach die Rechnung auszuführen ist, entworfen zu haben, und einem solchen gelingt es oft, durch passend abgekürzte Bezeichnungen eine grosse Einfachheit und Uebersichtlichkeit zu geben. Zu den hiermit begründeten Rechnungsverfahren gehört unter anderen die jetzt vielfach angewandte Methode der mechanischen Multiplicationen. Freilich wird der analytische Faden, welcher die Resultate mit dem Gegebenen der Rechnung verbindet, meistens verdeckt, allein wo jene bloss numerisch verlangt werden, erwächst hieraus kein wesentlicher Uebelstand.

Für die Entwicklung derjenigen elliptischen Functionen, die wir in den vorhergehenden Paragraphen behandelt haben, werde ich nun ein solches mechanisches Verfahren angeben. Dabei werde ich eine gewisse Ausführlichkeit beobachten müssen, um in der Folge, wo analoge Methoden eine zweckmässige Anwendung finden, mich kürzer fassen zu können.

Diese beruhen auf folgendem allgemeinen Verfahren. Es sei zur Entwicklung die nachstehenden Functionen vorgelegt:

$$V = e^{2g\,\{\varkappa_1 \cos x + \varkappa_2 \cos 2x + \cdots\}}$$

und

$$W = e^{2\sqrt{-1}\,g\,\{\lambda_1 \sin x + \lambda_2 \sin 2x + \cdots\}}$$

in welchen der Buchstabe g nicht dieselbe Bedeutung zu haben braucht und überhaupt eine reelle oder imaginäre beliebige Grösse bezeichnet. Die Coefficienten $\varkappa_1, \varkappa_2 \ldots$ nicht minder wie die $\lambda_1, \lambda_2 \ldots$ nehmen wir dagegen als reell an, sowie dass sie, wenn ihre Anzahl nicht endlich ist, eine convergirende Reihe bilden. Wir setzen ferner

$$V = K_0 + 2K_1 \cos x + 2K_2 \cos 2x + \cdots$$
$$W = L_0 + 2L_1 \cos x + 2L_2 \cos 2x + \cdots$$
$$+ \sqrt{-1}\,\{2L'_1 \sin x + 2L'_2 \sin 2x + \cdots\}$$

und stellen uns demnach die Aufgabe die Coefficienten dieser Reihen zu finden. Wir setzen

$$e^{\sqrt{-1}\,x} = t$$

und erlangen somit

$$V = e^{g\{\varkappa_1 t + \varkappa_2 t^2 + \cdots\} + g\{\varkappa_1 t^{-1} + \varkappa_2 t^{-2} + \cdots\}}$$
$$W = e^{g\{\lambda_1 t + \lambda_2 t^2 + \cdots\} - g\{\lambda_1 t^{-1} + \lambda_2 t^{-2} + \cdots\}}$$

Die Entwicklung dieser Ausdrücke nach den steigenden und fallenden Potenzen von t kann nun auf mehreren Wegen erlangt werden. Wir können sie zunächst als unendliche Producte darstellen, und nachdem die Entwicklungen der einzelnen Factoren ausgeführt worden sind, ergiebt sich das Resultat vermittelst mechanischer Multiplicationen. Den einzelnen Factoren geben wir hierbei die Form

$$e^{l_m (t^m \pm t^{-m})}$$

indem wir mit m eine beliebige ganze Zahl bezeichnen und l_m sowohl reell als imaginär sein kann. Wenn die unteren Zeichen gelten sollen, so erkennt man sogleich, dass die Entwicklungscoefficienten mit den Cylinderfunctionen identisch sind. Definiren wir also mit Hansen die Function $J_{l_m}^{(\nu)}$ vermittelst der Gleichung

$$J_{l_m}^{(\nu)} = \frac{(l_m)^\nu}{1.2.3\ldots\nu}\left\{1 - \frac{l_m^2}{1.\nu+1} + \frac{l_m^4}{1.2.\nu+1.\nu+2} - \cdots\right\}$$

so wird

$$e^{l_m(t^m - t^{-m})} = J_{l_m}^{(0)} + J_{l_m}^{(1)} t^m + J_{l_m}^{(2)} t^{2m} + \cdots$$
$$- J_{l_m}^{(1)} t^{-m} + J_{l_m}^{(2)} t^{-2m} - \cdots$$

Ist nun l_m eine reelle Grösse, so erlangt man hieraus

$$e^{l_m(t^m - t^{-m})} = J_{l_m}^{(0)} + 2\sqrt{-1}\, J_{l_m}^{(1)} \sin mx + 2J_{l_m}^{(2)} \cos 2mx + 3\sqrt{-1}\, J_{l_m}^{(3)} \sin 3mx + \cdots$$

Wenn hingegen l_m den Factor $\sqrt{-1}$ enthält, so werden die geraden J-Functionen reell, die ungeraden aber rein imaginär und das Resultat also wesentlich reell.

Wenn die oberen Zeichen gelten sollen, so setze man

$$t^m = \sqrt{-1}\, z^m;$$

es wird dabei

$$t^{-m} = -\sqrt{-1}\, z^{-m}$$

und

$$e^{l_m(t^m + t^{-m})} = e^{\sqrt{-1}\, l_m (z^m - z^{-m})}$$

wonach die obigen Regeln anzuwenden sind, wenn man dabei beachtet, dass

$$z^m = \sin mx - \sqrt{-1}\cos mx, \quad z^{2m} = -\cos 2mx - \sqrt{-1}\sin 2mx, \text{ u. s. w.}$$
$$z^{-m} = \sin mx + \sqrt{-1}\cos mx, \quad z^{-2m} = -\cos 2mx + \sqrt{-1}\sin 2mx, \text{ u. s. w.}$$

Die Entwicklungen von V und W sollen jetzt in anderer Weise ausgeführt werden. Dabei bezeichnen wir mit m eine beliebige ganze positive Zahl; ferner setzen wir

$$\{\varkappa_1 t + \varkappa_2 t^2 + \cdots\}^m = \varkappa_m^{(m)} t^m + \varkappa_{m+1}^{(m)} t^{m+1} + \cdots;$$

alsdann wird auch

$$\{\varkappa_1 t^{-1} + \varkappa_2 t^{-2} + \cdots\}^m = \varkappa_m^{(m)} t^{-m} + \varkappa_{m+1}^{(m)} t^{-m-1} + \cdots$$

Hierauf suchen wir die Entwicklungscoefficienten. Dieselben lassen sich auf mehr als eine Weise bestimmen, indessen genügt es zu diesem Zwecke die nachstehenden Recursionsgleichungen hinzusetzen

$$\overset{(m)}{\varkappa}_{m} = \overset{m}{\varkappa}_{1} = \varkappa_1 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m-1}$$

$$\overset{(m)}{\varkappa}_{m+1} = \varkappa_1 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m} + \varkappa_2 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m-1}$$

$$\overset{(m)}{\varkappa}_{m+2} = \varkappa_1 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m+1} + \varkappa_2 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m} + \varkappa_3 \overset{(m-1)}{\varkappa}_{m-1}$$

u. s. w.

Es sei nun

$$e^{g(\varkappa_1 t + \varkappa_2 t^2 + \cdots)} = 1 + \eta_1 t + \eta_2 t^2 + \cdots;$$

die Werthe der η_1, η_2 u. s. w. sind alsdann durch folgende Gleichungen gegeben

$$\eta_1 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{1}$$

$$\eta_2 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{2} + \frac{g^2}{1.2}\overset{(2)}{\varkappa}_{2}$$

$$\eta_3 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{3} + \frac{g^2}{1.2}\overset{(2)}{\varkappa}_{3} + \frac{g^3}{1.2.3}\overset{(3)}{\varkappa}_{3}$$

u. s. w.

In gleicher Weise bezeichnen wir

$$\theta_1 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{1}$$

$$-\theta_2 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{2} - \frac{g^2}{1.2}\overset{(2)}{\varkappa}_{2}$$

$$\theta_3 = g\overset{(1)}{\varkappa}_{3} - \frac{g^2}{1.2}\overset{(2)}{\varkappa}_{3} + \frac{g^3}{1.2.3}\overset{(3)}{\varkappa}_{3}$$

u. s. w.

wonach die folgende Entwicklung Gültigkeit erlangt

$$e^{-g(\varkappa_1 t^{-1} + \varkappa_2 t^{-2} + \cdots)} = 1 - \theta_1 t^{-1} + \theta_2 t^{-2} - \cdots$$

Wir können hierbei noch die folgende allgemeine Bedingungsgleichung zwischen den η und den θ bemerken

$$0 = \eta_n - \eta_{n-1}\theta_1 + \eta_{n-2}\theta_2 - \cdots \pm \theta_n$$

In dieser können wir für n eine jede positive ganze Zahl substituiren und erhalten somit ein beliebig ausgedehntes System von Bedingungsgleichungen.

Nunmehr ist alles vorbereitet um die Ausdrücke der Coefficienten K_ν und L_ν anzugeben. Nehmen wir zunächst einen reellen Werth für g an, so finden wir sofort

$$K_0 = 1 + (\eta_1)^2 + (\eta_2)^2 + (\eta_3)^2 + \cdots$$
$$K_1 = \eta_1 + \eta_1 \eta_2 + \eta_2 \eta_3 + \cdots$$
$$K_2 = \eta_2 + \eta_1 \eta_3 + \eta_2 \eta_4 + \cdots$$

u. s. w.

Wenn wir ferner in den Formeln die zur Ermittelung von den η und θ überall λ statt $\varkappa$ eintreten lassen, so erlangen wir

$$L_0 = 1 - \eta_1 \theta_1 + \eta_2 \theta_2 - \cdots$$
$$L_1 + L_1' = \eta_1 - \theta_1 \eta_2 + \theta_2 \eta_3 - \cdots$$
$$L_1 - L_1' = -\theta_1 + \eta_1 \theta_2 - \eta_2 \theta_3 + \cdots$$
$$L_2 + L_2' = \eta_2 - \theta_1 \eta_3 + \theta_2 \eta_4 - \cdots$$
$$L_2 - L_2' = \theta_2 - \eta_1 \theta_3 + \eta_2 \theta_4 - \cdots$$

u. s. w.

Betrachten wir wiederum den Fall, wo g einen Factor $\sqrt{-1}$ hat. Wir schreiben also jetzt in den vorigen Formeln $\sqrt{-1}\,g$ statt g und führen überdies zur leichteren Uebersicht die folgenden Bezeichnungen ein:

$$\eta_1' = g \overset{(1)}{\varkappa}_1$$
$$\eta_2' = g \overset{(1)}{\varkappa}_2$$
$$\eta_3' = g \overset{(1)}{\varkappa}_3 - \frac{g^3}{1.2.3} \overset{(3)}{\varkappa}_3$$
$$\eta_4' = g \overset{(1)}{\varkappa}_4 - \frac{g^3}{1.2.3} \overset{(3)}{\varkappa}_4$$
$$\eta_5' = g \overset{(1)}{\varkappa}_5 - \frac{g^3}{1.2.3} \overset{(3)}{\varkappa}_5 + \frac{g^5}{1.2\ldots5} \overset{(5)}{\varkappa}_5$$

u. s. w.

$$\theta_1' = 0$$
$$\theta_2' = -\frac{g^2}{1.2} \overset{(2)}{\varkappa}_2$$

$$\theta_3' = -\frac{g^2}{1.2}\varkappa_3^{(2)}$$

$$\theta_4' = -\frac{g^2}{1.2}\varkappa_4^{(2)} + \frac{g^4}{1.2.3.4}\varkappa_4^{(4)}$$

u. s. w.

Hiernach wird

$$\eta_1 = \eta_1'\sqrt{-1}$$

$$\eta_2 = \eta_2'\sqrt{-1} + \theta_2'$$

$$\eta_3 = \eta_3'\sqrt{-1} + \theta_3'$$

u. s. w.

$$\theta_1 = \eta_1'\sqrt{-1}$$

$$-\theta_2 = \eta_2'\sqrt{-1} - \theta_2'$$

$$\theta_3 = \eta_3'\sqrt{-1} - \theta_3'$$

u. s. w.

Die schliesslichen Ausdrücke für die gesuchten Coefficienten nehmen alsdann die folgende Gestalt an:

$$\begin{aligned} K_0 = 1 &- (\eta_1')^2 - (\eta_2')^2 - (\eta_3')^2 - \cdots \\ &+ (\theta_2')^2 + (\theta_3')^2 + \cdots \\ &+ 2\sqrt{-1}\,\{\eta_2'\theta_2' + \eta_3'\theta_3' + \cdots\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_1 = &- \eta_1'\eta_2' - \eta_2'\eta_3' - \cdots \\ &+ \theta_2'\theta_3' + \cdots \\ &+ \sqrt{-1}\left\{\begin{aligned} \eta_1' + \eta_1'\theta_2' + \eta_2'\theta_3' + \cdots \\ + \eta_3'\theta_2' + \cdots \end{aligned}\right\} \end{aligned}$$

u. s. w.

$$\begin{aligned} L_0 = 1 &+ (\eta_1')^2 + (\eta_2')^2 + \cdots \\ &+ (\theta_2')^2 + \cdots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 = &\ \eta_1'\eta_2 + \eta_2'\eta_3' + \cdots \\ &+ \theta_2'\theta_3' + \cdots \end{aligned}$$

$$L_1' = \sqrt{-1}\left\{\begin{aligned} \eta_1' - \eta_1'\theta_2' - \eta_2'\theta_3' - \cdots \\ + \eta_3'\theta_2' + \cdots \end{aligned}\right\}$$

u. s. w.

Selbstverständlich ist es hierbei, dass man bei der Berechnung von den L in allen Formeln, die sich auf den Hülfsgrössen η und θ beziehen, die mit $\varkappa$ bezeichneten Coefficienten durch die mit λ bezeichneten ersetzen soll.

Man kann auch die η und θ direct aus den $\varkappa_\nu$ oder λ_ν herleiten, ohne nöthig zu haben, die $\overset{(m)}{\varkappa_\nu}$ oder $\overset{(m)}{\lambda_\nu}$ als Zwischengrössen zu gebrauchen. Die hierzu erforderlichen Formeln sind die folgenden

$$\eta_1 = g\varkappa_1$$
$$2\eta_2 = 2g\varkappa_2 + g\varkappa_1\eta_1$$
$$3\eta_3 = 3g\varkappa_3 + 2g\varkappa_2\eta_1 + g\varkappa_1\eta_2$$
u. s. w.

$$\theta_1 = g\varkappa_1$$
$$2\theta_2 = -2g\varkappa_2 + g\varkappa_1\theta_1$$
$$3\theta_3 = 3g\varkappa_3 - 2g\varkappa_2\theta_1 + g\varkappa_1\theta_2$$
u. s. w.

In diesen hat man überall $\varkappa$ statt λ zu setzen, wenn die Ermittelung der L-Coefficienten beabsichtigt wird.

Es liessen sich noch eine Menge mehr oder weniger zweckmässige Gleichungen angeben, die hierher gehören, jedoch meine ich, dass die angesetzten Relationen hier genügen.

§ 14.

Wir gehen jetzt über zu der Anwendung der im vorigen Paragraphen dargelegten Entwicklungsmethode auf die Potenzen der einfachen elliptischen Functionen. Hierzu erinnern wir uns aus der Theorie dieser Functionen die Gleichungen

$$\log \sin am \frac{2K}{\pi} x = \log \left\{ \frac{2\sqrt[4]{q}}{\sqrt{k}} \sin x \right\} + 2 \left\{ \frac{1}{1} \frac{q}{1+q} \cos 2x + \frac{1}{2} \frac{q^2}{1+q^2} \cos 4x + \cdots \right\},$$

$$\log \cos am \frac{2K}{\pi} x = \log \left\{ 2\sqrt{\frac{k'}{k}} \sqrt[4]{q} \cos x \right\} + 2 \left\{ \frac{1}{1} \frac{q}{1-q} \cos 2x + \frac{1}{2} \frac{q^2}{1+q^2} \cos 4x + \cdots \right\}$$

$$\log \Delta am \frac{2K}{\pi} x = \log \sqrt{k'} + 4 \left\{ \frac{1}{1} \frac{q}{1-q^2} \cos 2x + \frac{1}{3} \frac{q^3}{1-q^6} \cos 6x + \cdots \right\}$$

Wir haben jetzt nicht nöthig bei der Behandlung der geraden und ungeraden Potenzen einen Unterschied zu machen, sondern bezeichnen mit n eine beliebige ganze positive Zahl und erhalten dann aus den angeführten Gleichungen:

$$\left\{\sin am\, \frac{2K}{\pi} x\right\}^n = \left(\frac{2\sqrt[4]{q}}{\sqrt{k}}\right)^n \sin x^n\, e^{2n\left\{\frac{1}{1}\frac{q}{1+q}\cos 2x + \frac{1}{2}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 4x + \cdots\right\}}$$

$$\left\{\cos am\, \frac{2K}{\pi} x\right\}^n = \left(2\sqrt{\frac{k'}{k}}\sqrt[4]{q}\right)^n \cos x^n\, e^{2n\left\{\frac{1}{1}\frac{q}{1-q}\cos 2x + \frac{1}{2}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 4x + \cdots\right\}}$$

$$\left\{\Delta\, am\, \frac{2K}{\pi} x\right\}^n = (\sqrt{k'})^n\, e^{4n\left\{\frac{1}{1}\frac{q}{1-q^2}\cos 2x + \frac{1}{3}\frac{q^3}{1-q^6}\cos 6x + \cdots\right\}}$$

Die Anwendung der vorher entwickelten Methode liegt jetzt auf der Hand Um z. B. $\left(\sin am \frac{2K}{\pi} x\right)^n$ zu entwickeln, hat man zunächst $\sin x^n$ in linearische Sinusse oder Cosinusse aufzulösen und die Exponentialgrösse in einer Reihe nach den Regeln des vorhergehenden Paragraphen zu entwickeln. Hierbei hat man mit folgenden Werthen die Rechnung anzulegen

$$g = n$$

$$\varkappa_1 = 0$$

$$\varkappa_2 = \frac{1}{1}\frac{q}{1+q}$$

$$\varkappa_3 = 0$$

$$\varkappa_4 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{1+q^2}$$

u. s. w.

Das Endresultat erhält man schliesslich vermittelst einer mechanischen Multiplication.

III. Entwicklung einiger Producte von Potenzen einfacher elliptischer Functionen.

§ 15.

Den Entwicklungen der vier nachstehenden Producte ist dieser Abschnitt gewidmet:

$$A^{n,m}(amu) = \left\{\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}\right\}^{2n} (\Delta\, amu)^m$$

$$B^{n,m}(amu) = \left\{\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}\right\}^{2n} \left(\frac{k'}{\Delta\, amu}\right)^m$$

$$C^{n,m}(amu) = \left\{\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}\right\}^{2n} \frac{k' \sin amu \cos amu}{(\Delta\, amu)^2} (\Delta\, amu)^m$$

$$D^{n,m}(amu) = \left\{\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}\right\}^{2n} \frac{k' \sin amu \cos amu}{(\Delta\, amu)^2} \left(\frac{k'}{\Delta\, amu}\right)^m$$

Da jedoch

$$\Delta\, am\,(K-u) = \frac{k'}{\Delta\, amu}$$

$$\frac{\sin am\,(K-u) \cos am\,(K-u)}{\Delta\, am\,(K-u)} = \frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}$$

so lässt sich der zweite dieser Ausdrücke auf den ersten, sowie der vierte auf den dritten reduciren. Es ist nämlich, wie man sehr leicht findet,

$$B^{n,m}(amu) = A^{n,m}\,[am\,(K-u)]$$

$$D^{n,m}(amu) = \frac{1}{k'}\, C^{n,m+2}\,[am\,(K-u)]$$

In Folge dessen bleibt uns nur noch nöthig, die mit A und C bezeichneten Ausdrücke zu betrachten.

Wir fangen damit an, zuerst die einfachsten Fälle zu behandeln, denn die mehr verwickelten lassen sich leicht auf diese zurückführen.

Da

$$\sin amu^2 = \frac{1-\Delta\, amu^2}{k^2}$$

$$\cos amu^2 = \frac{\Delta\, amu^2 - k'^2}{k^2}$$

so erhalten wir auf der Stelle

$$\left\{\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}\right\}^{2n} = \frac{1}{k^{4n}} (1-\Delta\, amu^2)^n \left(1-\frac{k'^2}{\Delta\, amu^2}\right)^n$$

Die Entwicklung der beiden Factoren rechter Hand führt uns hierauf zu dem Ausdrucke

$$(\mathbf{A})\quad k^{4n}\left\{\frac{\sin amu\cos amn}{\Delta\,amu}\right\}^{2n} = 1 + \frac{n}{1}\,\frac{n}{1}\,k'^2 + \frac{n\,(n-1)}{1.2}\,\frac{n\,(n-1)}{1.2}\,k'^4 + \cdots$$

$$-\frac{n}{1}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-1}{2}\,k'^2+\frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{(n-1)(n-2)}{2.3}\,k'^4+\cdots\right\}\left\{\left(\frac{k'}{\Delta\,amu}\right)^2+\Delta\,amu^2\right\}$$

$$+\frac{n(n-1)}{1.2}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-2}{3}\,k'^2+\frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{(n-2)(n-3)}{3.4}\,k'^4+\cdots\right\}\left\{\left(\frac{k'}{\Delta amu}\right)^4+\Delta\,amu^4\right\}$$

$$-\ \cdots\cdots\cdots$$

Erwägen wir ferner, dass

$$k^2 \sin amu \cos amu = -\frac{d\,\Delta\,amu}{du}$$

also auch

$$\frac{k'\,k^2 \sin amu \cos amu}{\Delta\,amu^2} = -\frac{k'}{\Delta\,amu^2}\,\frac{d\,\Delta\,amu}{du}$$

$$= \frac{d\left(\frac{k'}{\Delta\,amu}\right)}{du}$$

so ergiebt sich leicht

$$(\mathbf{B})\quad \frac{k'\,k^{4n+2}\,\{\sin amu \cos amu\}^{2n+1}}{(\Delta\,amu)^{2n+2}} = k^{4n+2}\,C^{n,0}\,(amu) =$$

$$\left\{1+\frac{n}{1}\cdot\frac{n}{1}\,k'^2+\frac{n\,(n-1)}{1.2}\,\frac{n\,(n-1)}{1.2}\,k'^4+\cdots\right\}\frac{d\left(\frac{k'}{\Delta\,amu}\right)}{du}$$

$$-\frac{n}{1}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-1}{2}\,k'^2+\frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{(n-1)(n-2)}{2.3}\,k'^4+\cdots\right\}\left\{\frac{1}{3}\,\frac{d\left(\frac{k'}{\Delta\,amu}\right)^3}{du}-k'\,\frac{d\,\Delta\,amu}{du}\right\}$$

$$+\frac{n(n-1)}{1.2}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-2}{3}\,k'^2+\frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{(n-2)(n-3)}{3.4}\,k'^4+\cdots\right\}\left\{\frac{1}{5}\,\frac{d\left(\frac{k'}{\Delta\,amu}\right)^5}{du}-\frac{k'}{3}\,\frac{d\,(\Delta\,amu)^3}{du}\right\}$$

$$-\ \cdots\cdots\cdots$$

Hiermit sind wir in den Stand gesetzt, die Entwicklungscoefficienten von $A^{n,0}\,(amu)$ und $C^{n,0}\,(amu)$ anzugeben, wir können aber auch, von den soeben erlangten Gleichungen ausgehend, sogleich die der allgemeineren Functionen $A^{n,m}\,(amu)$ und $C^{n,m}\,(amu)$ erhalten. Um die ersteren zu finden, ist in der That weiter nichts nöthig, als die Gleichung (**A**) mit $\Delta\,amu^m$ zu multipliciren, wonach die fragliche Function bereits in einer der sofortigen Entwicklung fähigen Form dargestellt ist.

Wir hatten in dem vorhergehenden Abschnitte

$$\left\{\Delta\, am\, \frac{2K}{\pi} x\right\}^{2\nu} = Z_0^{(2\nu)} + Z_2^{(2\nu)} \frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + Z_4^{(2\nu)} \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x + \cdots;$$

setzen wir hier $\frac{1}{2}\pi - x$ statt x, so wird

$$\left\{\frac{k'}{\Delta\, am\, \frac{2K}{\pi} x}\right\}^{2\nu} = Z_0^{(2\nu)} - Z_2^{(2\nu)} \frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + Z_4^{(2\nu)} \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x - \cdots$$

Durch Vergleichung dieser beiden Ausdrücke erhellt, dass wir uns der Relation

$$Z_{2i}^{(-2\nu)} = \frac{(-1)^i}{k'^{2\nu}} Z_{2i}^{(2\nu)}$$

bedienen dürfen.

Dies vorausgesetzt stellen wir die nachstehende Formel auf:

$$A^{n,m}\left(am\, \frac{2K}{\pi}\right) = A_0^{n,m} + A_2^{n,m} \frac{8q}{1-q^2} \cos 2x + A_4^{n,m} \frac{16q^2}{1-q^4} \cos 4x + \cdots$$

und erhalten alsdann für die Coefficienten folgende Ausdrücke:

$$\begin{aligned}
k^{4n} A_0^{n,m} &= 1 + \frac{n}{1} \cdot \frac{n}{1} k'^2 + \frac{n(n-1)}{1.2} \frac{n(n-1)}{1.2} k'^4 + \cdots \\
&\quad - \frac{n}{1}\left\{1 + \frac{n}{1} \frac{n-1}{2} k'^2 + \cdots\right\}\left\{k'^2 Z_0^{(m-2)} + Z_0^{(m+2)}\right\} \\
&\quad + \frac{n(n-1)}{1.2}\left\{1 + \frac{n}{1} \frac{n-2}{3} k'^4 + \cdots\right\}\left\{k'^4 Z_0^{(m-4)} + Z_0^{(m+4)}\right\} \\
&\quad - \cdots\cdots\cdots \\
k^{4n} A_{2i}^{n,m} &= -\frac{n}{1}\left\{1 + \frac{n}{1} \frac{n-1}{2} k'^2 + \cdots\right\}\left\{k'^2 Z_{2i}^{(m-2)} + Z_{2i}^{(m+2)}\right\} \\
&\quad + \frac{n(n-1)}{1.2}\left\{1 + \frac{n}{1} \frac{n-2}{3} k'^4 + \cdots\right\}\left\{k'^4 Z_{2i}^{(m-4)} + Z_{2i}^{(m+4)}\right\}
\end{aligned}$$

Diese Ausdrücke sind abgeleitet unter der Voraussetzung, dass m eine gerade Zahl bedeutet, sie gelten aber auch für ungerade m, wenn man $A^{n,m}(amu)$ durch die Gleichung

$$A^{n,m}\left(am\, \frac{2K}{\pi} x\right) = A_0^{n,m} + A_2^{n,m} \frac{4q}{1+q^2} \cos 2x + A_4^{n,m} \frac{4q^2}{1+q^4} \cos 4x + \cdots$$

darstellt.

Bei der Herstellung der Entwicklungscoefficienten von $C^{n,m}\left(am\,\frac{2K}{\pi}x\right)$ betrachten wir ebenfalls zuerst den Fall eines geraden m. Multipliciren wir bei dieser Voraussetzung die Gleichung (A) mit

$$\frac{k'k^2 \sin amu \cos amu}{\Delta\, amu^2}\,\Delta\, amu^m = -\,k'\,(\Delta\, amu)^{m-2}\,\frac{d\,\Delta amu}{du},$$

so erlangen wir

$$\frac{k'k^{4n+2}\{\sin amu \cos amu\}^{2n+1}}{(\Delta\, amu)^{2n+2}}\,\Delta\, amu^m =$$

$$-\left\{1+\frac{n}{1}\cdot\frac{n}{1}k'^2+\cdots\right\}\frac{k'}{m-1}\,\frac{d\,\Delta\, amu^{m-1}}{du}$$

$$+\frac{n}{1}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-1}{2}k'^2+\cdots\right\}\left\{\frac{k'^3}{m-3}\,\frac{d\,\Delta\, amu^{m-3}}{du}+\frac{k'}{m+1}\,\frac{d\,\Delta\, amu^{m+1}}{du}\right\}$$

$$-\,\cdots\cdots\cdots$$

Wir setzen nun

$$C^{n,m}\left(am\,\frac{2K}{\pi}x\right)=C_2^{n,m}\,\frac{8q}{1+q^2}\sin 2x+C_4^{n,m}\,\frac{16q^2}{1+q^4}\sin 4x+\cdots$$

und erhalten dabei für die Coefficienten den folgenden Ausdruck:

$$k^{4n+2}\,C_{2i}^{n,m}=\left\{1+\frac{n}{1}\cdot\frac{n}{1}k'^2+\cdots\right\}\frac{k'}{m-1}\left(\frac{\pi}{2K}\right)Z_{2i}^{(m-1)}$$

$$-\frac{n}{1}\left\{1+\frac{n}{1}\,\frac{n-1}{2}k'^2+\cdots\right\}\left\{\frac{k'^3}{m-3}Z_{2i}^{(m-3)}+\frac{k'}{m-1}Z_{2i}^{(m+1)}\right\}\left(\frac{\pi}{2K}\right)$$

$$+\,\cdots\cdots\cdots$$

Bei ungeraden Werthen von m setzen wir

$$C^{n,m}\left(am\,\frac{2K}{\pi}x\right)=C_2^{n,m}\,\frac{4.2^2.q}{1-q^2}\sin 2x+C_4^{n,m}\,\frac{4.4^2.q^2}{1-q^4}\sin 4x+\cdots$$

Dabei haben die Coefficienten im allgemeinen dieselbe Zusammensetzung wie oben; nur muss bemerkt werden, dass in der obigen Formel die Grösse

$$\frac{1}{m-\mu}\,Z_{2i}^{(m-\mu)}$$

unbestimmt erscheint, wenn $m=\mu$. Erwägt man aber, dass diese Grösse aus der Entwicklung von

$$\frac{k^2 \sin am \frac{2K}{\pi} x \cos am \frac{2K}{\pi} x}{\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x}$$

fliesst, sowie dass diese Entwicklung die folgende ist:

$$\frac{\pi}{2K}\left(\frac{8q}{1-q^2} \sin 2x + \frac{8q^3}{1-q^6} \sin 6x + \cdots\right)$$

so folgert man leicht, dass jene unbestimmt erscheinende Grösse durch $\frac{2}{(2i)^2}$ oder durch Null ersetzt werden muss, je nachdem i eine ungerade oder gerade ganze Zahl bedeutet.

Die Factoren in allen diesen Ausdrücken, welche Functionen von n und k sind und in der Form von Reihen gegeben werden, können sämmtlich durch den Ausdruck

$$\frac{n(n-1)\ldots(n-\nu+1)}{1.2\ldots\nu} F(-n, -n+\nu, \nu+1, k'^2)$$

dargestellt werden, wo die mit F bezeichnete Function die Gaussi'sche hypergeometrische Reihe bedeutet. Bekanntlich lassen sich diese Reihen in mehrfacher Weise umformen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, die für eine numerische Rechnung vortheilhafteste Form herzustellen. Bei den mässigen Werthen von n und den sehr kleinen von k'^2, welche bei den von mir beabsichtigten Anwendungen dieser Reihen vorkommen, ist aber die obenstehende Form die zweckmässigste. Da ferner alle diese Ausdrücke endliche sind, die immer aus Aggregaten von positiven Gliedern bestehen, so kann hier nie eine Unsicherheit bei der numerischen Rechnung eintreten. Aus den erwähnten Gründen glaube ich das Weitere hierauf Bezügliche übergehen zu können.

§ 16.

Die Entwicklungscoefficienten der in dem vorigen Paragraphen behandelten Ausdrücke lassen sich auf einem anderen, von dem früher verfolgten wesentlich verschiedenen Wege auffinden. Bezeichnet man ein neues Argument:

$$(1+k')\, u = \frac{2}{1+k_1} u$$

mit u_1, indem gleichzeitig

$$k_1 = \frac{1-k'}{1+k'},$$

so wird

$$\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu} = \frac{\sin am(u_1, k_1)}{1+k'}$$

Zu gleicher Zeit haben wir auch

$$\frac{k'}{\Delta\, amu} = \frac{k'}{1-k_1}\{\Delta\, am(u_1, k_1) - k_1 \cos am(u_1, k_1)\}$$

$$\Delta\, amu = \frac{1}{1+k_1}\{\Delta\, am(u_1, k_1) + k_1 \cos am(u_1, k_1)\}$$

Hiernach lassen sich die Verbindungen $A^{n,m}(amu)$ und $C^{n,m}(amu)$ als Functionen des Arguments u_1 angeben. Vorher bemerke ich aber, dass, indem wir setzen

$$u = \frac{2K}{\pi} x$$

das Argument u_1 folgendermaassen von x abhängt:

$$u_1 = \frac{2}{1+k_1}\frac{2K}{\pi} x = \frac{2K_1}{\pi} 2x$$

wo also K_1 das zur Modul k_1 gehörige vollständige Integral erster Gattung bezeichnet.

Es ist nun vortheilhaft, die Potenzen von $\frac{k'}{\Delta\, amu}$ und $\Delta\, amu$ in zwei Theile zu zerlegen, von welchen der eine bloss gerade Potenzen von $\cos amu_1$, der zweite hingegen bloss ungerade Potenzen dieser Grösse enthält. Diese beiden Theile unterscheiden sich dadurch von einander, dass ihre Entwicklungen nach x nicht dieselben Vielfachen dieses Arguments enthalten. Bei dem ersten Theile sind nämlich die durch zwei getheilten Vielfachen von x gerade Zahlen und bei dem zweiten ungerade. Dies vorausgesetzt sei

$$A^{n,m}(amu) = \frac{A_1^{n,m}(amu_1) + A_2^{n,m}(amu_1)}{(1+k')^{2n}(1+k_1)^m}$$

$$C^{n,m}(amu) = k'\frac{C_1^{n,m}(amu_1) + C_2^{n,m}(amu_1)}{(1+k')^{2n+1}(1+k_1)^{m-1}}$$

wobei die neuen Verbindungen durch die folgenden Gleichungen bestimmt sind:

$$A_1^{n,m}(amu_1) = \sin amu_1^{2n}\left\{\begin{array}{l}\Delta\, amu_1^{m} + \frac{m(m-1)}{1.2} k_1^2\, \Delta\, amu_1^{m-2} \cos amu_1^2 \\ \quad + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4} k_1^4\, \Delta\, amu_1^{m-4} \cos amu_1^4 + \cdots\end{array}\right\}.$$

$$A_2^{n,m}(amu_1) = \sin amu_1^{2n}\left\{\begin{array}{l}\frac{m}{1} k_1\, \Delta\, amu_1^{m-1} \cos amu_1 \\ \quad + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3} k_1^3\, \Delta\, amu_1^{m-3} \cos amu_1^3 + \cdots\end{array}\right\}$$

$$C_1^{n,m}(amu_1) = \sin amu_1^{2n+1} \left\{ \begin{array}{l} \Delta amu_1^{m-1} + \frac{(m-1)(m-2)}{1.2} k_1^2 \Delta amu_1^{m-3} \cos amu_1^2 \\ \quad + \frac{(m-1)(m-2)(m-3)(m-4)}{1.2.3.4} k_1^4 \Delta amu^{m-5} \cos amu_1^4 + \cdots \end{array} \right\}$$

$$C_2^{n,m}(amu_1) = \sin amu_1^{2n+1} \left\{ \begin{array}{l} \frac{m-1}{1} k_1 \Delta amu^{m-2} \cos amu \\ \quad + \frac{(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3} k_1^3 \Delta amu_1^{m-4} \cos amu_1^3 + \cdots \end{array} \right\}$$

Diese Ausdrücke wollen wir zunächst in andere umsetzen, bei denen bloss Potenzen von einfachen elliptischen Functionen, sowie der ersten Differentialcoefficienten derselben vorkommen. Man findet dabei, indem man mit $g'_{m,\nu}$, $g''_{m,\nu}$, $h'_{m,\nu}$, $h''_{m,\nu}$ noch zu bestimmende constante Coefficienten bezeichnet und m die Bedeutung einer geraden Zahl hat, dass die nachstehenden Formen leicht zu erhalten sind:

$$A_1^{n,m}(amu_1) = g'_{m,0} \sin amu_1^{2n} - g'_{m,1} \sin amu_1^{2n+2} + \cdots$$

$$A_2^{n,m}(amu_1) = \{g''_{m,0} \sin amu_1^{2n} - g''_{m,1} \sin amu_1^{2n+2} + \cdots\} \Delta amu_1 \cos amu_1$$

$$C_1^{n,m}(amu_1) = \{h'_{m,0} \sin amu_1^{2n} - h'_{m,1} \sin amu_1^{2n+2} + \cdots\} \sin amu_1 \Delta amu_1$$

$$C_2^{n,m}(amu_1) = \{h''_{m,0} \sin amu_1^{2n} - h''_{m,1} \sin amu_1^{2n+2} + \cdots\} \sin amu_1 \cos amu_1$$

Der erste dieser Ausdrücke ist uns in der angesetzten Form bereits anwendbar; den zweiten erhalten wir auch sogleich in einer anwendbaren Form, nämlich

$$A_2^{n,m}(amu_1) = \frac{1}{2n+1} g''_{m,0} \frac{d \sin amu_1^{2n+1}}{du_1} - \frac{1}{2n+3} g''_{m,1} \frac{d \sin amu_1^{2n+3}}{du_1} + \cdots$$

Die beiden übrigen müssen, wie folgt, umgestellt werden

$$C_1^{n,m}(amu_1) = \{e_0^{n,m} - e_1^{n,m} \cos amu_1^2 + \cdots\} \sin amu_1 \Delta amu_1$$

$$= -\frac{1}{1} e_0^{n,m} \frac{d \cos amu_1}{du_1} + \frac{1}{3} e_1^{n,m} \frac{d \cos amu_1^3}{du_1} - \cdots$$

$$C_2^{n,m}(amu_1) = \{f_0^{n,m} - f_1^{n,m} \Delta amu_1^2 + \cdots\} k_1^2 \sin amu_1 \cos amu_1$$

$$= -\frac{1}{1} f_0^{n,m} \frac{d \Delta amu_1}{du_1} + \frac{1}{3} f_1^{n,m} \frac{d \Delta amu_1^3}{du_1} - \cdots$$

Nachdem wir diese Gleichungen erlangt haben, ergeben sich die gesuchten Entwicklungscoefficienten für gerade m unter Beibehaltung der in den Paragraphen 1 und 15 eingeführten Bezeichnungen

$$A^{n,m}_{2.2i} = -\frac{1}{2}\frac{1}{(1+k')^{2n}(1+k_1)^m}\left\{g'_{m,0}\,X^{(2n)}_{2i}(k_1) - g'_{m,1}\,X^{(2n+2)}_{2i}(k_1) + \cdots\right\}$$

$$A^{n,m}_{0} = \frac{1}{(1+k')^{2n}(1+k_1)^m}\left\{g'_{m,0}\,X^{(2n)}_{0}(k_1) - g'_{m,1}\,X^{(2n+2)}_{0}(k_1) + \cdots\right\}$$

$$A^{n,m}_{2(2i+1)} = \frac{1}{2}\frac{1}{(1+k')^{2n}(1+k_1)^m}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\left\{\frac{1}{2n+1}g''_{n,0}\,X^{(2n+1)}_{2i+1}(k_1) - \frac{1}{2n+3}g''_{n,1}\,X^{(2n+3)}_{2i+1}(k_1) + \cdots\right\}$$

$$C^{n,m}_{2.2i} = \frac{1}{2}\frac{k'}{(1+k')^{2n+1}(1+k_1)^{m-1}}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\left\{f^{n,m}_0\,Z^{(1)}_{2i}(k_1) - \frac{1}{3}f^{n,m}_1\,Z^{(3)}_{2i}(k_1) + \cdots\right\}$$

$$C^{n,m}_{2(2i+1)} = \frac{1}{2}\frac{k'}{(1+k')^{2n+1}(1+k_1)^{m-1}}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\left\{e^{n,m}_0\,Y^{(1)}_{2i+1}(k_1) - \frac{1}{3}e^{n,m}_1\,Y^{(3)}_{2i+1}(k_1) + \cdots\right\}$$

In ganz ähnlicher Weise liessen sich auch die Coefficienten für ungerade m herstellen, ich übergehe indessen ihre besondere Ableitung, da sie aus den für gerade m gültigen Coefficienten leicht gefunden werden können.

Die oben abgeleiteten Ausdrücke für die Function $C^{n,m}(amu)$ verlieren ihre Gültigkeit, wenn m den Werth Null erhällt. In diesem Falle giebt uns aber die Gleichung

$$\frac{k'}{\Delta\, amu} = \frac{k'}{1-k_1}\{\Delta\, amu_1 - k_1 \cos amu_1\}$$

die folgende Relation

$$C^{n,0}(amu) = \frac{k'}{(1+k')^{2n+1}(1-k_1)}\sin amu_1^{2n+1}\{\Delta\, amu_1 - k_1\cos amu_1\}$$

oder, wenn wir die frühere Bedeutung von $C^{n,m}_1(amu_1)$ und $C^{n,m}_2(amu_1)$ beibehalten,

$$C^{n,0}(amu) = k'\frac{C^{n,2}_1(amu_1) - C^{n,2}_2(amu_1)}{(1+k')^{2n+1}(1-k_1)}$$

Hiernach finden sich die Entwicklungscoefficienten

$$C^{n,0}_{2,2i} = \frac{1}{2}\frac{k'}{(1+k')^{2n+1}(1-k_1)}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\left\{f^{n,2}_0\,Z^{(1)}_{2i}(k_1) - \frac{1}{3}f^{n,2}_1\,Z^{(3)}_{2i}(k_1) + \cdots\right\}$$

$$C^{n,0}_{2(2i+1)} = -\frac{1}{2}\frac{k'}{(1+k')^{2n+1}(1-k_1)}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\left\{e^{n,2}_0\,Y^{(1)}_{2i+1}(k_1) - \frac{1}{3}e^{n,2}_1\,Y^{(3)}_{2i+1} + \cdots\right\}$$

§ 17.

Es bleibt uns jetzt übrig, die mit g, h, e und f bezeichneten Coefficienten zu bestimmen. Zu diesem Zwecke erheben wir die Function

$$U = \sqrt{1-k_1^2 x} + k_1 \sqrt{1-x}$$

zu den m^{ten} Potenzen und setzen dabei, immer unter der Voraussetzung, dass m gerade ist,

$$(\alpha) \qquad U^m = X_m + Y_m \sqrt{1-k_1^2 x}\, \sqrt{1-x}$$

Die Grössen X_m und Y_m sind nun ganze rationale Functionen von x, und es ist sehr leicht einzusehen, dass die Entwicklungscoefficienten dieser Functionen nach x mit den g_m identisch sind, in der Weise dass

$$(\beta) \quad \begin{cases} X_m = g'_{m,0} - g'_{m,1} x + g'_{m,2} x^2 - \cdots \\ Y_m = g''_{m,0} - g''_{m,2} x + g''_{m,2} x^2 - \cdots \end{cases}$$

Differentiren wir die Gleichung (α) in Bezung auf x, so ergiebt sich

$$m U^{m-1} \frac{dU}{dx} = \frac{dX_m}{dx} + \frac{dY_m}{dx} \sqrt{1-k_1^2 x}\, \sqrt{1-x} - \tfrac{1}{2} Y_m \frac{k_1^2 (1-x) + (1-k_1^2 x)}{\sqrt{(1-k_1^2 x)(1-x)}}$$

Nun ist aber

$$\frac{dU}{dx} = -\tfrac{1}{2} k_1 \frac{U}{\sqrt{(1-x)(1-k_1^2 x)}};$$

es ergeben sich daher und weil X_m und Y_m rational sind

$$(\gamma) \quad \begin{cases} -\frac{m}{2} k_1 Y_m = \frac{dX_m}{dx} \\ -\frac{m}{2} k_1 X_m = \frac{dY_m}{dx} (1-x)(1-k_1^2 x) - \tfrac{1}{2} Y_m (1+k_1^2 - 2k_1^2 x) \end{cases}$$

oder, wenn wir Y_m elliminiren,

$$(\delta) \qquad \frac{d^2 X_m}{dx^2} (1-x)(1-k_1^2 x) - \tfrac{1}{2} \frac{dX_m}{dx} (1+k_1^2 - 2k_1^2 x) - \frac{m^2}{4} k_1^2 X_m = 0$$

Nach den Untersuchungen von Liouville, Spitzer und Holmgren weiss man diese Differentialgleichung vollständig zu integriren; wir haben jedoch das vollständige Integral

derselben in keiner anderen Form nöthig als in der einer Reihe, welche nach den Potenzen von x fortschreitet. Behält man die Bezeichnung der ersten der Gleichungen (β) bei, so hat man

$$(\varepsilon) \qquad g'_{m,\nu} = \frac{(-1)^\nu}{1.2\ldots\nu} \int^{x=0} \frac{d^\nu X_m}{dx^m}$$

Andrerseits erlangt man durch eine ν-malige Differentiation der Gleichung (δ)

$$0 = \frac{d^{\nu+2} X_m}{dx^{\nu+2}}(1-x)(1-k_1 x) - \frac{d^{\nu+1} X_m}{dx^{\nu+1}}\left\{\frac{2\nu+1}{2}(1+k_1^2) - (2\nu+1)k_1^2 x\right\} - \frac{d^\nu X_m}{dx^\nu}\left\{\frac{m^2}{4} - \nu - \nu(\nu-1)\right\}k_1^2$$

Identificirt man in dieser x mit Null, so erhält man unter Berücksichtigung des Ausdruckes (ε)

$$g'_{m,\nu+2} + \frac{1}{2}\,\frac{2\nu+1}{\nu+2}(1+k_1^2)\,g'_{m,\nu+1} - \frac{m^2-4\nu^2}{4(\nu+1)(\nu+2)}k_1^2\,g'_{m,\nu} = 0$$

Vermittelst dieser Recursionsgleichung lassen sich sämmtliche g-Coefficienten als Functionen von zwei derselben angeben, die alsdann die Rolle von willkührlichen Constanten spielen. Der Natur unseres Falles gemäss haben wir aber

$$g'_{m,\frac{1}{2}m+1} = 0$$

$$(\zeta) \qquad g'_{m,0} = 1 + \frac{m(m-1)}{1.2}k_1^2 + \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}k_1^4 + \cdots$$

Hiermit wäre unsere Aufgabe in Bezug auf den g'-Coefficienten gelöst; wir können aber noch leicht die folgende independente Formel hinzufügen, die sogleich von Nutzen sein wird

$$(\eta) \qquad g'_{m,1} = \frac{m}{2}k_1^2\left\{\frac{m}{1} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3}k_1^2 + \cdots\right\}$$

Bei der numerischen Berechnung verfährt man nun folgendermaassen am zweckmässigsten. Man setze

$$\frac{g_{\nu+1}}{g_\nu} = p_\nu$$

wobei die weggelassenen Accente und Indices für einen Augenblick entbehrt werden können; alsdann haben wir

$$p_{\nu+1}p_\nu + \frac{1}{2}\,\frac{2\nu+1}{\nu+2}(1+k_1^2)p_\nu - \frac{m^2-4\nu^2}{4(\nu+1)(\nu+2)}k_1^2 = 0$$

woraus folgt:

$$(\vartheta) \qquad p_\nu = \frac{\dfrac{m^2-4\nu^2}{4(\nu+1)(\nu+2)}k_1^2}{\dfrac{1}{2}\,\dfrac{2\nu+1}{\nu+2}(1+k_1^2) + p_{\nu+1}}$$

Durch Substitution analoger Werthe für $p_{\nu+1}$, $p_{\nu+2}$ u. s. w. erlangt man einen Kettenbruch und recurrirt schliesslich auf $p_{\frac{1}{2}m} = 0$. Die Verhältnisse der g'-Coefficienten ergeben sich also vermittelst einer sehr einfachen Rechnung und ihre absoluten Werthe erlangt man hierauf mit Hülfe einer der Gleichungen (ζ) oder (η).

Die g'' sind mit den soeben untersuchten Grössen vermittelst sehr einfacher Relationen verbunden und ergeben sich demnach, sobald die letzteren bekannt sind, äusserst leicht. Aus den Gleichungen (β) und (γ) ergiebt sich nämlich

$$g''_{m,\nu} = \frac{2}{m k_1} (\nu + 1)\, g'_{m,\nu+1}$$

Wollte man jedoch die g'' unabhängig von den g' berechnen, was in besonderen Fällen vortheilhaft sein kann, so hat man

$$\frac{g''_{m,\nu}}{g''_{m,\nu-1}} = \frac{\nu+1}{\nu}\, p_\nu$$

wo p_ν ihre frühere Bedeutung beibehält. Die Gleichung (η) liefert uns ausserdem

$$g''_{m,0} = \frac{m}{1} k_1 + \frac{m(m-1)(m-2)}{1.2.3} k_1^3 + \cdots$$

welche zur Bestimmung der absoluten Werthe von den g'' dient.

Die h' und h'' lassen sich ebenfalls auf die g' zurückführen. Die Ausdrücke jener werden aber am einfachsten, wenn man sie als Functionen sowohl von den g' als von den g'' angiebt. Indem wir fortwährend m als eine gerade Zahl ansehen, und mit X_m und Y_m die nämlichen Functionen wie oben verstehen, erhalten wir

$$\begin{aligned}\{\sqrt{1-k_1^2x} + k_1\sqrt{1-x}\}^{m-1} &= X_{m-2}\{\sqrt{1-k_1^2x} + k_1\sqrt{1-x}\} \\ &+ Y_{m-2}\{(1-k_1^2x)\sqrt{1-x} + k_1(1-x)\sqrt{1-k_1^2x}\} \\ &= \sqrt{1-k_1^2x}\,\{X_{m-2} + k_1(1-x)\, Y_{m-2}\} \\ &+ \sqrt{1-x}\,\{k_1 X_{m-2} + (1-k_1^2x)\, Y_{m-2}\}\end{aligned}$$

Man bemerkt nun leicht, dass die Entwicklungscoefficienten der beiden rationalen Factoren rechter Hand mit den h' und h'' identisch sind, und zwar in der Weise, dass

$$\begin{aligned}X_{m-2} + k_1(1-x)\, Y_{m-2} &= h'_{m,0} - h'_{m,1}x + h'_{m,2}x^2 - \cdots \\ k_1 X_{m-2} + (1-k_1^2x)\, Y_{m-2} &= h''_{m,0} - h''_{m,1}x + h''_{m,2}x^2 - \cdots\end{aligned}$$

Substituiren wir in diesen Gleichungen die Werthe für X_{m-2} und Y_{m-2}, so ergeben sich, wenn die Coefficienten der gleichen Potenzen von x verglichen werden,

$$h'_{m,\nu} = g'_{m-2,\nu} + k_1\, g''_{m-2,\nu} + k_1\, g''_{m-2,\nu-1}$$
$$h''_{m,\nu} = g''_{m-2,\nu} + k_1\, g'_{m-2,\nu} + k_1^2\, g'_{m-2,\nu-1}$$

Die Grössen, welche wir im vorigen Paragraphen mit e und f bezeichneten, folgen nun auch sehr leicht. Man findet bei dem blossen Ansehen der betreffenden Gleichungen

$$e_0^{n,m} = h'_{m,0} - h'_{m,1} + h''_{m,2} - \cdots$$
$$e_1^{n,m} = \frac{n}{1} h'_{m,0} - \frac{n+1}{1} h'_{m,1} + \frac{n+2}{1} h'_{m,2} - \cdots$$
$$e_2^{n,m} = \frac{n(n-1)}{1.2} h'_{m,0} - \frac{(n+1)n}{1.2} h'_{m,1} + \frac{(n+2)(n+1)}{1.2} h'_{m,2} - \cdots$$

u. s. w.

$$f_0^{n,m} = \frac{1}{k_1^{2n+2}} h''_{m,0} - \frac{1}{k_1^{2n+4}} h''_{m,1} + \frac{1}{k_1^{2n+6}} h''_{m,2} - \cdots$$
$$f_1^{n,m} = \frac{n}{1} \frac{1}{k_1^{2n+2}} h''_{m,0} - \frac{n+1}{1} \frac{1}{k_1^{2n+4}} h''_{m,1} + \frac{n+2}{1} \frac{1}{k_1^{2n+6}} h''_{m,2} - \cdots$$
$$f_2^{n,m} = \frac{n(n-1)}{1.2} \frac{1}{k_1^{2n+2}} h''_{m,0} - \frac{(n+1)n}{1.2} \frac{1}{k_1^{2n+4}} h''_{m,1} + \frac{(n+2)(n+1)}{1.2} \frac{1}{k_1^{2n+6}} h''_{m,2} - \cdots$$

u. s. w.

Für die numerische Rechnung lassen sich diese Ausdrücke indessen noch etwas vortheilhafter stellen. Berechnet man nämlich die folgenden Hülfsgrössen:

$$e_{m,0} = h'_{m,0} - h'_{m,1} + h'_{m,2} - \cdots$$
$$e_{m,1} = h'_{m,1} - 2h'_{m,2} + 3h'_{m,3} - \cdots$$
$$e_{m,2} = h'_{m,2} - 3h'_{m,3} + 6h'_{m,4} - \cdots$$

u. s. w.

$$f_{m,0} = h''_{m,0} - \frac{1}{k_1^2} h''_{m,1} + \frac{1}{k_1^4} h''_{m,2} - \cdots$$
$$f_{m,1} = \frac{1}{k_1^2} h''_{m,1} - \frac{2}{k_1^4} h''_{m,2} + \frac{3}{k_1^6} h''_{m,3} - \cdots$$
$$f_{m,2} = \frac{1}{k_1^4} h''_{m,2} - \frac{3}{k_1^6} h''_{m,3} + \frac{6}{k_1^8} h''_{m,4} - \cdots$$

u. s. w.,

so wird

$$e_0^{n,m} = e_{m,0}$$

$$e_1^{n,m} = \frac{n}{1} e_{m,0} - e_{m,1}$$

$$e_2^{n,m} = \frac{n(n-1)}{1.2} e_{m,0} - \frac{n}{1} e_{m,1} + e_{m,2}$$

u. s. w.

$$f_0^{n,m} = \frac{1}{k_1^{2n+2}} f_{m,0}$$

$$f_1^{n,m} = \frac{1}{k_1^{2n+2}} \left\{ \frac{n}{1} f_{m,0} - f_{m,1} \right\}$$

$$f_2^{n,m} = \frac{1}{k_1^{2n+2}} \left\{ \frac{n(n-1)}{1.2} f_{m,0} - \frac{n}{1} f_{m,1} + f_{m,2} \right\}$$

u. s. w.

Man bemerkt ebenfalls leicht, dass es für die numerische Rechnung vortheilhafter ist, wenn man sogleich die Producte $\frac{1}{k_1^{2\nu}} h''_{m,\nu}$ anstatt $h''_{m,n}$ sucht. Hierzu braucht man wieder die $\frac{1}{k_1^{2\nu}} g''_{m,\nu}$ oder die $\frac{1}{k_1^{2\nu}} g'_{m,\nu}$. Setzt man aber

$$\frac{1}{k_1^2} \frac{g'_{m,\nu+1}}{g'_{m,\nu}} = q_\nu$$

so wird

$$p_\nu = k_1^2 q_\nu$$

und die Gleichung (℥) geht in die folgende über:

$$q_\nu = \frac{\frac{m^2 - 4\nu^2}{4(\nu+1)(\nu+2)}}{\frac{1}{2} \frac{2\nu+1}{\nu+2} (1 + k_1^2) + k_1^2 q_{\nu+1}}$$

vermittelst welcher man die Verhältnisse der Grössen $\frac{1}{k_1^{2\nu}} g'_{m,\nu}$ findet.

§ 18.

Zwischen den mit $A^{n,m}(amu)$ und $C^{n,m}(amu)$ bezeichneten Functionen finden mehrere Relationen statt, von denen jetzt einige abgeleitet werden sollen. Der Kürze wegen sei dabei

$$T = \frac{\sin amu \cos amu}{\Delta\, amu}$$

$$U = \Delta\, amu;$$

alsdann wird

$$A^{n,m}(amu) = T^{2n}\, U^m$$

$$C^{n,m}(amu) = k'\, T^{2n+1}\, U^{m-1}$$

Aus den zuerst angesetzten Gleichungen gehen die folgenden durch Differentiation hervor:

$$\frac{dT}{du} = -\frac{1+k'^2}{k^2} + \frac{2}{k^2} U^2 + k^2 T^2$$

$$= \frac{1}{k^2}\left\{ U^2 - \frac{k'^2}{U^2} \right\}$$

$$\left(\frac{dT}{du}\right)^2 = \frac{1}{k^4}\left\{(1+k'^2 - k^4 T^2)^2 - 4k'^2\right\}$$

$$\frac{d^2T}{du^2} = -2T\left\{1+k'^2 - k^4 T^2\right\}$$

$$\frac{dU}{du} = -k^2\, T\, U$$

$$\left(\frac{dU}{du}\right)^2 = -k'^2 + (1+k'^2)\, U^2 - U^4$$

$$\frac{d^2U}{du} = (1+k'^2)\, U - 2U^3$$

Indem wir nun mit r und s zwei ganze positive Zahlen bezeichnen, gelten die nachstehenden Gleichungen:

$$(\alpha)\quad \begin{cases} \dfrac{d(T^r U^s)}{du} = r\, T^{r-1}\, U^s \dfrac{dT}{du} + s\, T^r\, U^{s-1} \dfrac{dU}{du} \\[2ex] \dfrac{d^2(T^r U^s)}{du^2} = r(r-1)\, T^{r-2}\, U^s \left(\dfrac{dT}{du}\right)^2 + 2rs\, T^{r-1}\, U^{s-1} \dfrac{dT}{du}\cdot\dfrac{dU}{du} + s(s-1)\, T^r\, U^{s-2} \left(\dfrac{dU}{du}\right)^2 \\[2ex] \qquad + r\, T^{r-1}\, U^s \dfrac{d^2T}{du^2} + s\, T^r\, U^{s-1} \dfrac{d^2U}{du^2} \end{cases}$$

Substituirt man in der ersten dieser Gleichungen die Werthe der darin vorkommenden Differentialquotienten, so ergiebt sich

$$(\beta)\quad \frac{d(T^r U^s)}{du} = r\, \frac{T^{r-1} U^s}{k^2}\left\{ U^2 - \frac{k'^2}{U^2} \right\} - s k^2\, T^{r+1}\, U^s$$

$$= r\, T^{r-1}\, U^s \left\{ -\frac{1+k'^2}{k^2} + \frac{2}{k^2} U^2 + k^2 T^2 \right\} - s k^2\, T^{r+1}\, U^s$$

Lässt man hier $2n$ und m an der Stelle von r und s treten, so findet sich

$$(\gamma)\quad k'\frac{dA^{n,m}(amu)}{du} = \frac{2n}{k^2}C^{n-1,m+3}(amu) - 2n\frac{k'^2}{k^2}C^{n-1,m-1}(amu) - mk^2C^{n,m+1}(amu)$$

$$= -2n\frac{1+k'^2}{k^2}C^{n-1,m+1}(amu) + \frac{4n}{k^2}C^{n-1,m+3}(amu) + (2n-m)k^2C^{n,m+1}(amu)$$

Aus diesen beiden Werthen folgt augenblicklich die Gleichung

$$0 = \frac{1}{k^2}C^{n-1,m+3}(amu) - \frac{1+k'^2}{k^2}C^{n-1,m+1}(amu) + \frac{k'^2}{k^2}C^{n-1,m-1}(amu) + k^2C^{n,m+1}(amu)$$

Subtrahiren wir diese Relation von der ersten der obigen, nachdem wir sie mit $2n$ multiplicirt haben, so bleibt

$$(a)\quad k'\frac{dA^{n,m}(amu)}{du} = 2n\frac{1+k'^2}{k^2}C^{n-1,m+1}(amu) - 4n\frac{k'^2}{k^2}C^{n-1,m-1}(amu) - (2n+m)k^2C^{n,m+1}(amu)$$

Wir können auch die Function $C^{n,m+1}(amu)$ elliminiren und erhalten dann

$$(b)\quad k'\frac{dA^{n,m}(amu)}{du} = \frac{1}{k^2}(2n+m)C^{n-1,m+3}(amu) - m\frac{1+k'^2}{k^2}C^{n-1,m+1}(amu) - (2n-m)\frac{k'^2}{k^2}C^{n-1,m-1}(amu)$$

Die Gleichung (β) giebt uns ferner, wenn wir daselbst $r = 2n+1$ und $s = m-1$ setzen

$$(\gamma')\quad \frac{1}{k'}\frac{dC^{n,m}(amu)}{du} = (2n+1)\frac{1}{k^2}A^{n,m+1}(amu) - (2n+1)\frac{k'^2}{k^2}A^{n,m-3}(amu) - (m-1)k^2A^{n+1,m-1}(amu)$$

$$= -(2n+1)\frac{1+k'^2}{k^2}A^{n,m-1}(amu) + 2(2n+1)\frac{1}{k^2}A^{n,m+1}(amu) + (2n+2-m)k^2A^{n+1,m-1}(amu)$$

wonach wie oben folgt:

$$0 = \frac{1}{k^2}A^{n,m+1}(amu) - \frac{1+k'^2}{k^2}A^{n,m-1}(amu) + k^2A^{n+1,m-1}(amu) + \frac{k'^2}{k^2}A^{n,m-3}(amu)$$

Hiernach ergeben sich die zwei den Relationen (a) und (b) analoge Gleichungen:

$$(a')\quad \frac{1}{k'}\frac{dC^{n,m}(amu)}{du} = (2n+1)\frac{1+k'^2}{k^2}A^{n,m-1}(amu) - 2(2n+1)\frac{k'^2}{k^2}A^{n,m-3}(amu) - (2n+m)k^2A^{n+1,m-1}(amu)$$

$$(b')\quad \frac{1}{k'}\frac{dC^{n,m}(amu)}{du} = (2n+m)\frac{1}{k^2}A^{n,m+1}(amu) - (m-1)\frac{1+k'^2}{k^2}A^{n,m-1}(amu) - (2n+2-m)\frac{k'^2}{k^2}A^{n,m-3}(amu)$$

Die Gleichungen (a), (b), (a') und (b') vermitteln den Uebergang von den untersuchten Functionen mit geraden m zu den mit ungeraden m; man kann aus denselben leicht entsprechende Relationen zwischen den betreffenden Entwicklungscoefficienten herleiten, die ich jedoch, da sie auf der Hand liegen und hier weiter nicht gebraucht werden, übergehen darf.

Nach gehörigen Reductionen giebt uns die zweite der Gleichungen (α)

$$(\delta) \quad \frac{d^2(T^r U^s)}{du^2} = [2rs - s(s-1)]k'^2 T^r U^{s-2} + r(r-1)T^{r-2}U^s - [2rr - ss](1+k'^2)T^r U^s$$
$$+ r(r+1)k^4 T^{r+2} U^s - [2rs + s(s+1)]T^r U^{s+2}$$

wovon man wieder als specielle Fälle für $s = 0$ und $r = 0$ die folgenden, im wesentlichen schon angeführten Gleichungen ableitet

$$\frac{d^2 T^r}{du^2} = (1+k')^2 \left\{ r(r-1)\frac{T^{r-2}}{(1+k')^2} - rr(1+k_1^2)T^r + r(r+1)k_1^2 T^{r+2} \right\}$$

$$\frac{d^2 U^s}{du^2} = -s(s-1)k'^2 U^{s-2} + ss(1+k'^2)U^s - s(s+1)U^{s+2}$$

Ersetzt man in der Gleichung (δ) einmal r durch $2n$ und s durch m und dann s durch $2n+1$ und s durch $m-1$, so gelangt man zu den folgenden Relationen zwischen fünf Entwicklungscoefficienten

$$0 = [4nm - m(m-1)]k'^2 A_{2i}^{n,m-2} + 2n(2n-1)A_{2i}^{n-1,m} - \left\{(8nn - mm)(1+k'^2) - (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right\} A_{2i}^{n,m}$$
$$+ 2n(2n+1)k^4 A_{2i}^{n+1,m} - [4nm + m(m+1)]A_{2i}^{n,m+2}$$

$$0 = [2(2n+1)(m-1) - (m-1)(m-2)]k'^2 C_{2i}^{n,m-2} + (2n+1)2n\, C_{2i}^{n-1,m}$$
$$- \left\{[2(2n+1)(2n+1) - (m-1)(m-1)](1+k'^2) - (2i)^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right\} C_{2i}^{n,m}$$
$$+ (2n+1)(2n+2)k^4 C_{2i}^{n+1,m} - [2(2n+1)(m-1) + m(m+1)]\, C_{2i}^{n,m+2}$$

§ 19.

Die Entwicklungsmethode, welche in dem § 13 dargelegt wurde, lässt sich mit Vortheil bei den Functionen $A(amu)$ und $C(amu)$ anwenden. Da

$$\frac{\sin amu \cos amu}{\Delta amu} = \frac{\sin amu_1}{1+k'},$$

so erkennt man leicht die Richtigkeit der nachstehenden Gleichung

$$\left\{\frac{\sin am\,\frac{2K}{\pi}x\,\cos am\,\frac{2K}{\pi}x}{\Delta\,am\,\frac{2K}{\pi}x}\right\}^r = \frac{\left(\frac{2\sqrt{q}}{\sqrt{k_1}}\right)^r}{(1+k')^r}\sin 2x^r\, e^{4r\left\{\frac{1}{2}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 4x + \frac{1}{4}\frac{q^4}{1+q^4}\cos 8x + \cdots\right\}}$$

Ferner ist

$$\left\{\Delta\,am\,\frac{2K}{\pi}x\right\}^s = (\sqrt{k'})^s\, e^{4s\left\{\frac{1}{1}\frac{q}{1-q^2}\cos 2x + \frac{1}{3}\frac{q^3}{1-q^6}\cos 6x + \cdots\right\}}$$

Das Product dieser beiden Ausdrücke giebt uns die $A(amu)$ oder die $C(amu)$, je nachdem r eine gerade oder ungerade Zahl vorstellt. Bei der Entwicklung der Exponentialgrösse kann man, unter Beibehaltung der Bezeichnungen des § 13, von den nachstehenden Werthen ausgehen:

$$g = 1$$

$$\varkappa_1 = 0$$

$$\varkappa_2 = \frac{1}{1}\,4s\,\frac{q}{1-q^2}$$

$$\varkappa_3 = 0$$

$$\varkappa_4 = \frac{1}{2}\,4r\,\frac{q^2}{1+q^2}$$

$$\varkappa_5 = 0$$

$$\varkappa_6 = \frac{1}{3}\,4s\,\frac{q^3}{1-q^6}$$

u. s. w.

IV. Die Functionen sin *n amu* und cos *n amu*.

§ 20.

Schon in der Einleitung habe ich darauf aufmerksam gemacht, welche wichtige Rolle die in der Ueberschrift genannten Functionen bei den gegenwärtigen Untersuchungen spielen. Es ist demnach gerechtfertigt, den Eigenschaften jener, namentlich ihrer Darstellung als unendliche trigonometrische Reihen eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Ich fange damit an, ihre Ausdrücke durch einfache elliptische Functionen anzugeben. Diese folgen zum Theil augenblicklich aus den bekannten Eigenschaften der trigonometrischen Functionen von vielfachen Winkeln, nämlich:

$$\left.\begin{aligned}
\sin 2n\,amu &= \cos amu \left\{ 2n \sin amu - \frac{2n\,[(2n)^2-2^2]}{1.2.3} \sin amu^3 + \cdots \right\} \\
\cos 2n\,amu &= 1 - \frac{(2n)^2}{1.2} \sin amu^2 + \frac{(2n)^2\,[(2n)^2-2^2]}{1.2.3.4} \sin amu^4 + \cdots \\
\sin(2n+1)\,amu &= \frac{2n+1}{1} \sin amu - \frac{(2n+1)\,[(2n+1)^2-1^2]}{1.2.3} \sin amu^3 + \cdots \\
\cos(2n+1)\,amu &= \cos amu \left\{ 1 - \frac{(2n+1)^2-1^2}{1.2} \sin amu^2 + \frac{[(2n+2)^2-1^2]\,[(2n+1)^2-3^2]}{1.2.3.4} \sin amu^4 - \cdots \right\}
\end{aligned}\right\} \text{(I)}$$

$$\left.\begin{aligned}
\sin n\,amu &= \sin amu \left\{ (2\cos amu)^{n-1} - \frac{n-2}{1} (2\cos amu)^{n-3} + \frac{(n-3)(n-4)}{1.2} (2\cos amu)^{n-5} - \cdots \right\} \\
\cos n\,amu &= \frac{1}{2} \left\{ (2\cos amu)^n - \frac{n}{1} (2\cos amu)^{n-2} + \frac{n(n-3)}{1.2} (2\cos amu)^{n-4} - \cdots \right\}
\end{aligned}\right\} \text{(II)}$$

Bei dem ersten dieser Gleichungssysteme haben wir zwischen geraden und ungeraden Vielfachen unterschieden, bei dem zweiten war dieses nicht nöthig. Durch die zweite Formel des ersten Systems ebenso wie durch die zweite des zweiten ist cos *n amu* als Function von Potenzen einfacher elliptischer Functionen ausgedrückt. Die dritte Formel des ersten Systems liefert eine ähnliche Darstellung des Sinus einer ungeraden Vielfachen der Amplitude. Für den Sinus einer geraden Vielfachen giebt es keine derartige Formel, dagegen lässt sich diese Grösse als eine Summe der ersten Differentialquotienten von Potenzen der einfachen elliptischen Function Δ angeben. Ebenso kann man den Cosinus einer geraden Vielfachen durch eine Summe von Potenzen dieser Function angeben. Wir werden diese Ausdrücke jetzt aufsuchen.

In der augenblicklich herzustellenden Gleichung

$$e^{2n\,amu\sqrt{-1}} = \{\cos amu^2 - \sin amu^2 + 2\sqrt{-1} \cos amu \sin amu\}^n$$

führen wir die bekannten Werthe

$$\sin amu^2 = \frac{1 - \Delta amu^2}{k^2}$$

$$\cos amu^2 = \frac{\Delta amu^2 - k'^2}{k^2}$$

ein, und erhalten somit

$$e^{2n\, amu \sqrt{-1}} = \left\{ \frac{2\Delta amu^2 - 1 - k'^2}{k^2} + 2\sqrt{-1}\, \frac{\sqrt{\Delta amu^2 - k'^2}\, \sqrt{1 - \Delta amu^2}}{k^2} \right\}$$

Es sei nun ferner zur Abkürzung

$$\Delta amu^2 = x$$

und X_n sowie Y_n mögen zwei rationale Functionen von x repräsentiren, deren Bedeutung aus der Gleichung

$$\frac{1}{k^{2n}} \{2x - 1 - k'^2 + 2\sqrt{-1}\sqrt{x - k'^2}\sqrt{1 - x}\}^n = X_n + \sqrt{-1}\sqrt{x - k'^2}\sqrt{1 - x}\; Y_n$$

hervorgeht, so erhalten wir, wie in § 17

$$Y_m = \frac{1}{n}\frac{dX_n}{dx}$$

$$(x - k'^2)(1 - x)\frac{d^2 X_n}{dx^2} + \left(\frac{1 + k'^2}{2} - x\right)\frac{dX_n}{dx} + n^2 X_n = 0$$

Man erkennt leicht, dass X_n von der n^{ten} Ordnung in Bezug auf x ist; diese Grösse können wir daher, wie folgt, ausdrücken:

$$X_n = g_n^{(n)} x^n - g_{n-1}^{(n)} x^{n-1} + \cdots \pm g_0^{(n)}$$

Dies vorausgesetzt, giebt nun die zweite der obigen Differentialgleichungen die folgende Relation zwischen drei auf einander folgenden g-Coefficienten

$$(\nu + 1)(\nu + 2) k'^2 g_{\nu+2}^{(n)} + (\nu + 1)(2\nu + 1)\frac{1 + k'^2}{2} g_{\nu+1}^{(n)} + (\nu^2 - n^2) g_\nu^{(n)} = 0$$

Setzt man in dieser

$$\frac{g_{\nu+1}^{(n)}}{g_\nu^{(n)}} = p_\nu$$

so gewinnt man

$$p_\nu = \frac{\frac{2(n^2-\nu^2)}{(\nu+1)(2\nu+1)} \frac{1}{1+k'^2}}{1+\frac{2(\nu+2)}{2\nu+1} \frac{k'^2}{1+k'^2} p_{\nu+1}}$$

Da

$$g^{(n)}_{n+1} = 0$$

so ist auch

$$p_n = 0$$

mit welchem Werthe die Rechnung anzufangen ist. Die absoluten Werthe sämmtlicher g-Coefficienten erlangen wir nun sobald einer derselben bekannt ist.

Man übersieht leicht, dass

$$X_n = \cos 2n\, amu$$

$$\sqrt{x-k'^2}\,\sqrt{1-x}\; Y_n = \sin 2n\, amu\,;$$

die Entwicklung von X_n und den Potenzen von x ist daher identisch mit der von $\cos n\, amu$ nach den Potenzen von $\Delta\, amu^2$. Die zweite der Gleichungen (I) giebt uns nach dieser Bemerkung

$$g^{(n)}_0 = 1 - \frac{(2n)^2}{1.2}\frac{1}{k^2} + \frac{(2n)^2\,[(2n)^2-2^2]}{1.2.3.4}\frac{1}{k^4} - \cdots$$

Aus derselben Gleichung könnte man noch mehrere dieser Coefficienten ermitteln, es scheint jedoch überflüssig, dieselben hier anzuführen. Die zweite der Gleichungen (II) giebt uns ferner

$$g^{(n)}_n = \frac{2^{2n-1}}{k^{2n}}$$

$$g^{(n)}_{n-1} = \frac{2n}{1}\frac{2^{2n-3}}{k^{2n-2}} + \frac{n}{1}\frac{2^{2n-1}}{k^{2n}}k'^2 = \frac{n}{2}(1+k'^2)\,g^{(n)}_n$$

u. s. w.

Erwägen wir nun auch, dass in Berücksichtigung der Gleichung

$$Y_n = \frac{1}{n}\frac{dX_n}{dx},$$

$$\sin 2n\, amu = \frac{1}{n}\sqrt{x-k'^2}\,\sqrt{1-x}\left\{ng^{(n)}_n x^{n-1} - (n-1)\,g^{(n)}_{n-1} x^{n-2} + \cdots \mp g^{(n)}_1\right\}$$

und ausserdem, dass

$$\sqrt{x-k'^2}\,\sqrt{1-x} = -\frac{d\,\Delta amu}{du}$$

so erhalten wir als Resultat der soeben geführten Analyse die beiden Gleichungen

$$
\text{(III)}\begin{cases}
\cos 2n\,amu = g_n^{(n)}\,\Delta\,amu^{2n} - g_{n-1}^{(n)}\,\Delta\,amu^{2n-2} + \cdots \pm g_0^{(n)} \\[2ex]
\sin 2n\,amu = -\dfrac{1}{2n-1}\,g_n^{(n)}\,\dfrac{d\,\Delta\,amu^{2n-1}}{du} + \dfrac{n-1}{n}\,\dfrac{1}{2n-3}\,g_{n-1}^{(n)}\,\dfrac{d\,\Delta\,amu^{2n-3}}{du} - \cdots \pm \dfrac{1}{n}\,g_1^{(n)}\,\dfrac{d\Delta am}{du}
\end{cases}
$$

Diese Gleichungen gewähren ein einfaches Mittel die Entwicklungen von $\cos 2n\,am\,\frac{2K}{\pi}x$ und $\sin 2n\,am\,\frac{2K}{\pi}x$ in trigonometrischen Reihen nach dem Augumente x herzustellen. Die auf denselben begründete Entwicklungsmethode empfiehlt sich noch dadurch, dass sie ebenfalls ohne weiteres zur Entwicklung des Productes einer der genannten Grössen mit einer Potenz der Function Δ führt. Wenn indessen n etwas grössere Werthe erlangt, so werden die $g^{(n)}$ grosse Quantitäten, was wiederum bewirkt, dass die numerische Anwendung lästig und unsicher wird.

§ 21.

Wir wenden uns jetzt an die Zerlegung von $\sin n\,amu$ und $\cos n\,amu$ in Factorenfolgen. Dabei geben uns wieder bekannte Formeln aus der Theorie der trigonometrischen Functionen:

$$
\text{(IV)}\begin{cases}
\sin 2n\,amu = 2n\,\sin amu\,\cos amu \left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{2\pi}{2.2n}\right)^2}\right\}\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{4\pi}{2.2n}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{(2n-2)\pi}{2.2n}\right)^2}\right\} \\[3ex]
\cos 2n\,amu = \left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{\pi}{2.2n}\right)^2}\right\}\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{3\pi}{2.2n}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{(2n-1)\pi}{2.2n}\right)^2}\right\} \\[3ex]
\sin (2n+1)\,amu = (2n+1)\sin amu \left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{2\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{4\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{2n\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\} \\[3ex]
\cos (2n+1)\,amu = \cos amu \left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{3\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1-\dfrac{(\sin amu)^2}{\left(\sin\frac{(2n-1)\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}
\end{cases}
$$

Diese Gleichungen erscheinen bei weitem eleganter, wenn wir in denselben die folgenden Grössen einführen:

$$am\,\frac{2K}{\pi}\,\xi_\nu = amu_\nu = \frac{\nu\pi}{4n}$$

$$am\,\frac{2K}{\pi}\,\xi'_\nu = amu'_\nu = \frac{\nu\pi}{2(2n+1)}$$

oder

$$u_\nu = \int_0^{\frac{\nu\pi}{4n}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin\varphi^2}}$$

$$u'_\nu = \int_0^{\frac{\nu\pi}{2(2n+1)}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin\varphi^2}}$$

Wir haben uns hierbei aus der Theorie der Thetafunctionen zu erinnern, dass

$$\left(\sin am\frac{2K}{\pi}\xi\right)^2 - \left(\sin am\frac{2K}{\pi}x\right)^2 = \frac{[\theta(0)]^2}{k}\,\frac{\theta_1(\xi+x)\,\theta_1(\xi-x)}{[\theta(\xi)]^2\,[\theta(x)]^2}$$

$$\left(\sin am\frac{2K}{\pi}\xi\right)^2 = \frac{1}{k}\,\frac{[\theta_1(\xi)]^2}{[\theta(\xi)]^2}$$

Es ist also

$$1-\left(\frac{\sin am\frac{2K}{\pi}x}{\sin am\frac{2K}{\pi}\xi}\right)^2 = \frac{[\theta(0)]^2}{[\theta_1(\xi)]^2}\,\frac{\theta_1(\xi+x)\,\theta_1(\xi-x)}{[\theta(x)]^2}$$

Ferner ist

$$\sin am\frac{2K}{\pi}x = \frac{1}{\sqrt{k}}\,\frac{\theta_1(x)}{\theta(x)}$$

$$\cos am\frac{2K}{\pi}x = \sqrt{\frac{k'}{k}}\,\frac{\theta_2(x)}{\theta(x)}$$

Führen wir nun für die hier vorkommenden Producte von θ-Functionen folgende Bezeichnungen ein

$$(\alpha)\begin{cases} \theta_1(2n,x) = Q_n(x)\,\theta_1(x)\,\theta_2(x)\,\theta_1(\xi_2+x)\,\theta_1(\xi_2-x)\cdots\theta_1(\xi_{2n-2}+x)\,\theta_1(\xi_{2n-2}-x)\\ \theta_2(2n,x) = Q'_n\,\theta_1(\xi_1+x)\,\theta_1(\xi_1-x)\,\theta_1(\xi_3+x)\,\theta_1(\xi_3-x)\cdots\theta_1(\xi_{2n-1}+x)\,\theta_1(\xi_{2n-1}-x)\\ \theta_1(2n+1,x) = Q''_n\,\theta_1(x)\,\theta_1(\xi'_2+x)\,\theta_1(\xi'_2-x)\cdots\theta_1(\xi'_{2n}+x)\,\theta_1(\xi'_{2n}-x)\\ \theta_2(2n+1,x) = Q'''_n\,\theta_2(x)\,\theta_1(\xi'_1+x)\,\theta_1(\xi'_1-x)\cdots\theta_1(\xi'_{2n-1}+x)\,\theta_1(\xi'_{2n-1}-x)\end{cases}$$

und

$$Q_n = \frac{[\theta(0)]^{2n-2}}{[\theta_1(\xi_2)]^2\,[\theta_1(\xi_4)]^2\cdots[\theta_1(\xi_{2n-2})]^2}\,\frac{\sqrt{k'}}{k}$$

$$Q'_n = \frac{[\theta(0)]^{2n}}{[\theta_1(\xi_1)]^2\,[\theta_1(\xi_3)]^2\cdots[\theta_1(\xi_{2n-1})]^2}$$

$$Q''_n = \frac{[\theta(0)]^{2n}}{[\theta_1(\xi'_2)]\,[\theta_1(\xi'_4)]^2\cdots[\theta_1(\xi'_{2n})]^2}\,\frac{1}{\sqrt{k}}$$

$$Q'''_n = \frac{[\theta(0)]^{2n}}{[\theta_1(\xi'_1)]^2\,[\theta_1(\xi'_3)]^2\cdots[\theta_1(\xi'_{2n-1})]^2}\sqrt{\frac{k'}{k}}$$

so nehmen die Gleichungen (IV) folgende Gestalt an:

$$(\mathrm{V})\left\{\begin{aligned} \sin 2n\, am\, \frac{2K}{\pi} x &= 2n\, \frac{\theta_1(2n, x)}{[\theta(x)]^{2n}} \\ \cos 2n\, am\, \frac{2K}{\pi} x &= \frac{\theta_2(2n, x)}{[\theta(x)]^{2n}} \\ \sin(2n+1)\, am\, \frac{2K}{\pi} x &= (2n+1)\, \frac{\theta_1(2n+1, x)}{[\theta(x)]^{2n+1}} \\ \cos(2n+1)\, am\, \frac{2K}{\pi} x &= \frac{\theta_2(2n+1, x)}{[\theta(x)]^{2n+1}} \end{aligned}\right.$$

Bei geraden Vielfachen können wir noch eine andere Gattung von Producten angeben. Da nämlich cos $2n\, amu$ für u_1, u_3 u. s. w. verschwindet, so sind $\Delta\, amu_1$, $\Delta\, amu_3$ u. s. w. Wurzeln der Gleichung

$$0 = g_n^{(n)}\, \Delta\, amu^{2n} - g_{n-1}^{(n)}\, \Delta\, amu^{2n-2} + \cdots$$

Wir schliessen hieraus, dass

$$\cos 2n\, amu = g_n^{(n)} \{\Delta\, amu^2 - \Delta\, amu_1^2\} \cdots \{\Delta\, amu^2 - \Delta\, amu^2_{2n-1}\}$$

und diesem analog finden wir

$$\sin 2n\, amu = g_n^{(n)}\, k^2 \sin amu \cos amu\, \{\Delta\, amu^2 - \Delta\, amu_2^2\} \cdots \{\Delta\, amu^2 - \Delta\, amu^2_{2n-2}\}$$

Die erste dieser Gleichungen giebt uns ein neues Mittel, die g-Coefficienten auszudrücken. Diese finden wir nämlich ausgedrückt als Functionen von $g_n^{(n)}$, wenn wir die Factoren der erwähnten Gleichung thatsächlich mit einander multipliciren. So erhalten wir z. B.

$$g_0^{(n)} = g_n^{(n)}\, (\Delta\, amu_1)^2\, (\Delta\, amu_3)^2 \cdots (\Delta\, amu_{2n-1})^2$$

§ 22.

Die Relationen, welche wir in den beiden vorhergehenden Paragraphen gefunden haben, bieten uns hinreichende Mittel, um die Werthe von cos $n\, amu$ und sin $n\, amu$ bei speciellen Annahmen über das Argument anzugeben. Es folgen jetzt eine Reihe solcher Werthe, die ich aus dem Grunde so ausführlich mittheile, weil sie häufig bei numerischen Rechnungen zu Controlen dienen können.

Ausser den selbstverständlichen

$$\sin 2n\, am\, K = 0$$

$$\cos 2n\, am\, K = (-1)^n$$

$$\sin (2n+1)\, am\, K = (-1)^n$$

$$\cos (2n+1)\, am\, K = 0$$

können wir diejenigen als die wichtigsten hervorheben, die zu dem Argumente $\frac{K}{2}$ gehören. Man erlangt sie vermittelst der Gleichungen

$$\sin am \frac{K}{2} = \frac{1}{\sqrt{1+k'}}$$

$$\cos am \frac{K}{2} = \sqrt{\frac{k'}{1+k'}}$$

$$\Delta\, am \frac{K}{2} = \sqrt{k'}$$

nämlich:

$$\sin 2n\, am \frac{K}{2} = \frac{\sqrt{k'}}{1+k'} \left\{ 2n - \frac{2n\,[(2n)^2 - 2^2]}{1.2.3} \frac{1}{1+k'} + \cdots \right\}$$

$$\cos 2n\, am \frac{K}{2} = 1 - \frac{(2n)^2}{1.2} \frac{1}{1+k'} + \frac{(2n)^2\,[(2n)^2 - 2^2]}{1.2.3.4} \frac{1}{(1+k')^2}$$

$$\sin (2n+1)\, am \frac{K}{2} = \frac{1}{\sqrt{1+k'}} \left\{ \frac{2n+1}{1} - \frac{(2n+1)\,[(2n+1)^2 - 1^2]}{1.2.3} \frac{1}{1+k'} + \cdots \right\}$$

$$\cos (2n+1)\, am \frac{K}{2} = \sqrt{\frac{k'}{1+k'}} \left\{ 1 - \frac{(2n+1)^2 - 1^2}{1.2} \frac{1}{1+k'} + \cdots \right\}$$

$$\sin n\, am \frac{K}{2} = \frac{1}{\sqrt{1+k'}} \left\{ \left(\frac{2\sqrt{k'}}{\sqrt{1+k'}}\right)^{n-1} - \frac{n-2}{1} \left(\frac{2\sqrt{k'}}{\sqrt{1+k'}}\right)^{n-3} + \cdots \right\}$$

$$\cos n\, am \frac{K}{2} = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{2\sqrt{k'}}{\sqrt{1+k'}}\right)^{n} - \frac{n}{1} \left(\frac{2\sqrt{k'}}{\sqrt{1+k'}}\right)^{n-2} + \cdots \right\}$$

$$\sin 2n\, am \frac{K}{2} = k^2 \frac{\sqrt{k'}}{1+k'} \left\{ g_n^{(n)} k'^{n-1} - \frac{n-1}{n} g_{n-1}^{(n)} k'^{n-2} + \cdots \pm \frac{1}{n} g_1^{(n)} \right\}$$

$$\cos 2n\, am \frac{K}{2} = g_n^{(n)} k'^{n} - g_{n-1}^{(n)} k'^{n-1} + \cdots \pm g_0^{(n)}$$

$$\sin 2n\, am \frac{K}{2} = 2n \frac{\sqrt{k'}}{1+k'} \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{2\pi}{4n}\right)^2 (1+k')}\right\} \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{4\pi}{2n}\right)^2 (1+k')}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{(2n-2)\pi}{4n}\right)^2 (1+k')}\right\}$$

$$\cos 2n\, am \frac{K}{2} = \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{\pi}{4n}\right)^2 (1+k')}\right\} \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{3\pi}{4n}\right)^2 (1+k')}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{1}{\left(\sin \frac{(2n-1)\pi}{4n}\right)^2 (1+k')}\right\}$$

$$\sin(2n+1)\,am\,\frac{K}{2} = \frac{2n+1}{\sqrt{1+k'}}\left\{1-\frac{1}{\left(\sin\frac{2\pi}{2(2n+1)}\right)^2(1+k')}\right\}\cdots\left\{1-\frac{1}{\left(\sin\frac{2n\pi}{2(2n+1)}\right)^2(1+k')}\right\}$$

$$\cos(2n+1)\,am\,\frac{K}{2} = \sqrt{\frac{k'}{1+k'}}\left\{1-\frac{1}{\left(\sin\frac{\pi}{2(2n+1)}\right)^2(1+k')}\right\}\cdots\left\{1-\frac{1}{\left(\sin\frac{(2n-1)\pi}{2(2n+1)}\right)^2(1+k')}\right\}$$

§ 23.

Ertheilt man dem Argumente u imaginäre Werthe zu, so erlangt man Ausdrücke, die eine ähnliche Form haben, wie die in § 21 dargelegten. Da nämlich

$$\sin am\,\sqrt{-1}\,u = \sqrt{-1}\,\mathrm{tang}\,am\,(u,k')$$

$$\cos am\,\sqrt{-1}\,u = \frac{1}{\cos am\,(u,k')}$$

so finden wir leicht

$$\sin 2n\,am\,\sqrt{-1}\,u = 2n\,\frac{\sqrt{-1}\,\mathrm{tang}\,am\,(u,k')}{\cos am\,(u,k')}\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{2\pi}{4n}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{(2n-2)\pi}{2n}\right)^2}\right\}$$

$$\cos 2n\,am\,\sqrt{-1}\,u = \left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{\pi}{4n}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{(2n-1)\pi}{4n}\right)^2}\right\}$$

$$\sin(2n+1)\,am\,\sqrt{-1}\,u = (2n+1)\sqrt{-1}\,\mathrm{tang}\,am\,(u,k')\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{2\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{2n\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}$$

$$\cos(2n+1)\,am\,\sqrt{-1}\,u = \frac{1}{\cos am\,(u,k')}\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}\cdots\left\{1+\frac{[\mathrm{tang}\,am\,(u,k')]^2}{\left(\sin\frac{(2n-1)\pi}{2(2n+1)}\right)^2}\right\}$$

Wir hatten aber in § 21 die Bezeichnungen eingeführt

$$\sin\frac{\nu\pi}{2n} = \sin am u_\nu$$

$$\sin\frac{\nu\pi}{2(2n+1)} = \sin am u'_\nu;$$

diesen entsprechend haben wir nun auch

$$\left(\mathrm{tang}\,\frac{\nu\pi}{4n}\right)^2 = -\,[\sin am\,(u_\nu,k')]^2$$

$$\left(\mathrm{tang}\,\frac{\nu\pi}{2(2n+1)}\right)^2 = -\,[\sin am\,(u'_\nu,k')]^2$$

Mit Anwendung dieser Relationen geben uns die obigen Gleichungen sofort

$$\sin 2n\, am\, \sqrt{-1}\, u = \frac{2n\sqrt{-1}}{[\cos am\,(u,k')]^{2n}} \sin am\,(u,k') \left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am\,(\sqrt{-1}\,u_2,k')}\right)^2\right\}\cdots\left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am\,(\sqrt{-1}\,u_{2n-2},k')}\right)^2\right\}$$

$$\cos 2n\, am\, \sqrt{-1}\, u = \frac{1}{[\cos am\,(u,k')]^{2n}} \left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u_1,k')}\right)^2\right\}\cdots\left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u_{2n-1},k')}\right)^2\right\}'$$

$$\sin (2n+1) am \sqrt{-1}\, u = \frac{(2n+1)\sqrt{-1}}{[\cos am\,(u,k')]^{2n+1}} \sin am\,(u,k') \left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u'_2,k')}\right)^2\right\}\cdots\left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u'_{2n},k')}\right)^2\right\}$$

$$\cos (2n+1) am \sqrt{-1}\, u = \frac{1}{[\cos am\,(u,k')]^{2n+1}} \left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u'_1,k')}\right)^2\right\}\cdots\left\{1-\left(\frac{\sin am\,(u,k')}{\sin am(\sqrt{-1}\,u'_{2n-1},k')}\right)^2\right\}$$

womit die besagte Form hergestellt worden ist.

In einer ähnlichen Weise lassen sich analoge Ausdrücke gewinnen, wenn man $K-u$ an der Stelle von u treten lässt. Auch diese werde ich anführen.

Unter Berücksichtigung der Relationen

$$\sin am\,(K-u) = \frac{\cos amu}{\Delta\, amu}$$

$$\cos am\,(K-u) = \frac{k' \sin amu}{\Delta\, amu}$$

erhalten wir zunächst vier Gleichungen, von denen die nachstehende die erste ist

$$\sin 2n\, am\,(K-u) = 2n\, \frac{k' \sin amu \cos amu}{\Delta\, amu^{2n}} \left\{\Delta\, amu^2 - \frac{(\cos amu)^2}{\left(\sin \frac{2\pi}{4n}\right)^2}\right\}\cdots\left\{\Delta\, amu^2 - \frac{(\cos amu)^2}{\left(\sin \frac{(2n-2)\pi}{4n}\right)}\right\}$$

$$= 2n\, \frac{k' \sin amu \cos amu}{\Delta\, amu^{2n}} \left\{-\left(\text{cotang}\, \frac{2\pi}{4n}\right)^2 + \sin amu^2\, \frac{1-k^2\left(\sin\frac{2\pi}{4n}\right)^2}{\left(\sin\frac{2\pi}{4n}\right)^2}\right\}\cdots$$

Mit den vorhin gebrauchten Bezeichnungen ist aber

$$\text{cotg}\, \frac{\nu\pi}{4n} = \text{cotg}\, am\, u_\nu$$

$$1-k^2\left(\sin \frac{\nu\pi}{4n}\right)^2 = (\Delta\, am\, u_\nu)^2$$

u. s. w.

Die vier fraglichen Gleichungen sind demnach die folgenden:

$$\sin 2n\, am\,(K-u) = F\, 2n\, \frac{k' \sin amu \cos amu}{(\Delta\, amu)^{2n}} \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u_2)}\right)^2\right\} \cdots \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u_{2n-2})}\right)^2\right\}$$

$$\cos 2n\, am\,(K-u) = F'\, \frac{1}{(\Delta\, amu)^{2n}} \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u_1)}\right)^2\right\} \cdots \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u_{2n-1})}\right)^2\right\}$$

$$\sin\,(2n+1)\, am\,(K-u) = F''\,(2n+1)\, \frac{\cos amu}{(\Delta\, amu)^{2n+1}} \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u'_2)}\right)^2\right\} \cdots \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u'_{2n})}\right)^2\right\}$$

$$\cos\,(2n+1)\, am\,(K-u) = F'''\, \frac{k' \sin amu}{(\Delta\, amu)^{2n+1}} \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u'_1)}\right)^2\right\} \cdots \left\{1-\left(\frac{\sin amu}{\sin am\,(K-u'_{2n-1})}\right)^2\right\}$$

Die mit F, F', u. s. w. bezeichneten Factoren sind constante Grössen der nachstehenden Zusammensetzung

$$F \;= (-1)^{n-1} \{\text{cotang}\; amu_2 \;\text{cotang}\; amu_4 \ldots \text{cotang}\; amu_{2n-2}\}^2$$

$$F' = (-1)^{n} \{\text{cotang}\; amu_1 \;\text{cotang}\; amu_3 \ldots \text{cotang}\; amu_{2n-1}\}^2$$

$$F'' = (-1)^{n} \{\text{cotang}\; amu'_2 \;\text{cotang}\; amu'_4 \ldots \text{cotang}\; amu_{2n}\}^2$$

$$F''' = (-1)^{n} \{\text{cotang}\; amu'_1 \;\text{cotang}\; amu'_3 \ldots \text{cotang}\; amu_{2n-1}\}^2$$

Man könnte noch sehr viele ähnliche Transformationen angeben, indessen begnüge ich mich, die vorstehenden angeführt zu haben. Indessen mögen hier noch die folgenden Relationen einen Platz finden, die geeignet sind zur Beurtheilung der Periodicität der in diesem Abschnitte betrachteten Functionen.

$$\sin 2n\, am\,(u \pm 2K) = \sin 2n\, amu$$

$$\cos 2n\, am\,(u \pm 2K) = \cos 2n\, amu$$

$$\sin\,(2n+1)\, am\,(u \pm 2K) = -\sin\,(2n+1)\, amu$$

$$\cos\,(2n+1)\, am\,(u \pm 2K) = -\cos\,(2n+1)\, amu$$

$$\sin 2n\, am\,(u \pm \sqrt{-1}\, 2K') = -\sin 2n\, amu$$

$$\cos 2n\, am\,(u \pm \sqrt{-1}\, 2K') = \cos 2n\, amu$$

$$\sin\,(2n+1)\, am\,(u \pm \sqrt{-1}\, 2K') = \sin\,(2n+1)\, amu$$

$$\cos\,(2n+1)\, am\,(u \pm \sqrt{-1}\, 2K') = -\cos\,(2n+1)\, amu$$

§ 24.

Die endlichen Producte von θ-Functionen, welche wir in den § 21 mit den Symbolen $\theta_1(2n, x)$ u. s. w. bezeichnet haben, lassen sich leicht in unendliche Factorenfolgen zerlegen. Hierzu ist in der That weiter nichts nöthig, als die bekannten Ausdrücke für die θ-Functionen in den betreffenden Producten zu substituiren. Man hat

$$\theta(x) = A\,\Pi(1 - 2q^{2\nu+1}\cos 2x + q^{4\nu+2})$$

$$\theta_1(x) = A\,2q^{\frac{1}{4}}\sin x\,\Pi(1 - 2q^{2\nu+2}\cos 2x + q^{4\nu+4})$$

$$\theta_2(x) = A\,2q^{\frac{1}{4}}\cos x\,\Pi(1 + 2q^{2\nu+2}\cos 2x + q^{4\nu+4})$$

$$\theta_3(x) = A\,\Pi(1 + 2q^{2\nu+1}\cos 2x + q^{4\nu+2})$$

wobei A durch mehrere Ausdrücke angegeben werden kann, wie z. B.

$$A = (1-q^2)(1-q^4)(1-q^6)\ldots$$

$$A = \frac{(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})\ldots}{(1+q^2)(1+q^4)(1+q^6)\ldots}$$

$$A = \frac{\sqrt{\frac{2k'K}{\pi}}}{(1-q)^2(1-q^3)^2(1-q^5)^2}$$

oder endlich

$$A = 1 - q^2 - q^4 + q^{10} + \cdots$$

Das Resultat der gedachten Substitution kann man sogleich übersehen, ohne dass es hier beigefügt zu werden braucht, ich gehe daher zu einer zweiten Form über, die etwas leichter zu behandeln ist.

Die obigen Ausdrücke der θ-Functionen lassen sich auch folgendermaassen stellen:

$$\theta(x) = A\,e^{\Sigma \log(1-2q^{2\nu+1}\cos 2x + q^{4\nu+2})}$$

$$= A\,e^{-\frac{2}{1}\frac{q}{1-q^2}\cos 2x - \frac{2}{2}\frac{q^2}{1-q^4}\cos 4x - \cdots}$$

$$\theta_1(x) = A\,2q^{\frac{1}{4}}\sin x\,e^{\Sigma \log(1-2q^{2\nu+2}\cos 2x + q^{4\nu+4})}$$

$$= A\,2q^{\frac{1}{4}}\sin x\,e^{-\frac{2}{1}\frac{q^2}{1-q^2}\cos 2x - \frac{2}{2}\frac{q^4}{1-q^4}\cos 4x - \cdots}$$

$$\theta_2(x) = A 2 q^{\frac{1}{4}} \cos x\, e^{\Sigma \log (1+q^{2\nu+2} \cos 2x + q^{4\nu+4})}$$

$$= A 2 q^{\frac{1}{4}} \cos x\, e^{\frac{2}{1} \frac{q^2}{1-q^2} \cos 2x - \frac{2}{2} \frac{q^4}{1-q^4} \cos 4x - \cdots}$$

$$\theta_3(x) = A e^{\Sigma \log (1+q^{2\nu+1} \cos 2x + q^{2\nu+2})}$$

$$= A e^{\frac{2}{1} \frac{q}{1-q^2} \cos 2x - \frac{2}{2} \frac{q^2}{1-q^4} \cos 4x + \cdots}$$

Führen wir nun nach Massgabe dieser Formeln die θ-Functionen in den Gleichungen (α) § 21 ein, und ziehen wir dabei zwei entsprechende Factoren zusammen nach den Formeln

$$\sin (\xi + x) \sin (\xi - x) = \tfrac{1}{2} \cos 2x - \tfrac{1}{2} \cos 2\xi = \sin \xi^2 - \sin x^2$$

$$\cos 2\nu (\xi + x) + \cos 2\nu (\xi - x) = 2 \cos 2\nu \xi \cos 2\nu x$$

so erlangen wir Resultate der folgenden Form:

$$\theta_1(2n, x) = P_n \sin x \cos x \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi_2^2}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi_{2n-2}^2}\right\}$$

$$\times\, e^{-\frac{4}{1} \psi_2(\xi) \frac{q^2}{1-q^2} \cos 2x - \frac{4}{2} [1+\psi_4(\xi)] \frac{q^4}{1-q^4} \cos 4x - \frac{4}{3} \psi_6(\xi) \frac{q^6}{1-q^6} \cos 6x - \cdots}$$

$$\theta_2(2n, x) = P'_n \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi_1^2}\right\} \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi_3^2}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi_{2n-1}^2}\right\}$$

$$\times\, e^{-\frac{4}{1} \psi'_2(\xi) \frac{q^2}{1-q^2} \cos 2x - \frac{4}{2} \psi'_4(\xi) \frac{q^4}{1-q^4} \cos 4x - \frac{4}{3} \psi'_6(\xi) \frac{q^6}{1-q^6} \cos 6x - \cdots}$$

$$\theta_1(2n+1, x) = P''_n \sin x \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_2}\right\} \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_4}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_{2n}}\right\}$$

$$\times\, e^{-\frac{4}{1} [\frac{1}{2} + \psi''_2(\xi')] \frac{q^2}{1-q^2} \cos 2x - \frac{4}{2} [\frac{1}{2} + \psi''_4(\xi')] \frac{q^4}{1-q^4} \cos 4x - \cdots}$$

$$\theta_2(2n+1, x) = P'''_n \cos x \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_1}\right\} \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_3}\right\} \cdots \left\{1 - \frac{\sin x^2}{\sin \xi'^2_{2n-1}}\right\}$$

$$\times\, e^{-\frac{4}{1} [-\frac{1}{2} + \psi'''_2(\xi')] \frac{q^2}{1-q^2} \cos 2x - \frac{4}{2} [\frac{1}{2} + \psi'''_4(\xi)] \frac{q^4}{1-q^4} \cos 4x - \cdots}$$

In diesen Ausdrücken sind noch die Functionen $\psi(\xi)$ u. s. w., sowie die Coefficienten P_n u. s. w. zu bestimmen. Die ersteren sind zunächst definirt durch folgende Gleichungen:

$$\psi_{2\nu}(\xi) = \cos 2\nu\,\xi_2 + \cos 2\nu\,\xi_4 + \cdots + \cos 2\nu\,\xi_{2n-2}$$

$$\psi'_{2\nu}(\xi) = \cos 2\nu\,\xi_1 + \cos 2\nu\,\xi_3 + \cdots + \cos 2\nu\,\xi_{2n-1}$$

$$\psi''_{2\nu}(\xi') = \cos 2\nu\,\xi'_2 + \cos 2\nu\,\xi'_4 + \cdots + \cos 2\nu\,\xi'_{2n}$$

$$\psi'''_{2\nu}(\xi') = \psi'_{2\nu}(\xi')$$

Diese Ausdrücke lassen bemerkenswerthe Transformationen zu, indem die in der Einleitung angedeuteten Reihenentwicklungen angewandt werden. Es scheint jedoch hier nicht der geeignete Ort zu sein auf diesen Gegenstand einzugehen; im Zusammenhang mit verwandten Untersuchungen hoffe ich aber auf denselben in einer späteren Arbeit zurückzukommen.

Die Coefficienten P_n u. s. w. sind auf zwei verschiedenen Wegen leicht aufzufinden, sie können entweder aus den angegebenen Werthen der Q_n u. s. w. abgeleitet werden, oder auch dadurch, dass in den obigen Formeln x gleich Null gesetzt wird. Wir wählen den letzteren und haben dabei zu bemerken, dass für das verschwindende x die folgenden Beziehungen stattfinden:

$$\Big/^{x=0} \frac{\theta_1(2n,x)}{\sin x} = \frac{2K}{\pi}\,[\theta(0)]^{2n}$$

$$\Big/^{x=0} \theta_2(2n,x) = [\theta(0)]^{2n}$$

$$\Big/^{x=0} \frac{\theta_1(2n+1,x)}{\sin x} = \frac{2K}{\pi}\,[\theta(0)]^{2n+1}$$

$$\Big/^{x=0} \theta_2(2n+1,x) = [\theta(0)]^{2n+1}$$

Hiermit erlangen wir

$$P_n = \frac{2K}{\pi}\,[\theta(0)]^{2n}\, e^{\frac{4}{1}\psi_2(\xi)\frac{q^2}{1-q^2} + \frac{4}{2}[1+\psi_4(\xi)]\frac{q^4}{1-q^4} + \cdots}$$

$$P'_n = [\theta(0)]^{2n}\, e^{\frac{4}{1}\psi'_2(\xi)\frac{q^2}{1-q^2} + \frac{4}{2}\psi'_4(\xi)\frac{q^4}{1-q^4} + \cdots}$$

$$P''_n = \frac{2K}{\pi}\,[\theta(0)]^{2n+1}\, e^{\frac{4}{1}[\frac{1}{2}+\psi''_2(\xi')]\frac{q^2}{1-q^2} + \frac{4}{2}[\frac{1}{2}+\psi''_4(\xi')]\frac{q^4}{1-q^4} + \cdots}$$

$$P'''_n = [\theta(0)]^{2n+1}\, e^{\frac{4}{1}[-\frac{1}{2}+\psi'''_2(\xi')]\frac{q^2}{1-q^2} + \frac{4}{2}[\frac{1}{2}+\psi'''_4(\xi')]\frac{q^4}{1-q^4} + \cdots}$$

Zur Beurtheilung der Identität dieser Resultate mit den auf dem andern Wege sich ergebenden, bedarf man der folgenden Relationen:

$$[\theta(0)]^2 = \frac{2k'K}{\pi}$$

$$\frac{A}{\theta(0)} = \frac{1}{(1-q)^2(1-q^3)^2(1-q^5)^2\ldots}$$

$$\frac{k}{\sqrt{k'}}\frac{2K}{\pi} = 4\sqrt{q}\,\frac{(1-q^4)^2(1-q^8)^2\ldots}{(1-q)^4(1-q^3)^4\ldots}$$

also auch

$$\frac{2K}{\pi} = 4\sqrt{q}\,\frac{\sqrt{k'}}{k}\left(\frac{A}{\theta(0)}\right)^2 e^{-\frac{4}{2}\frac{q^4}{1-q^4}-\frac{4}{4}\frac{q^8}{1-q^8}-\cdots}$$

Ferner ist

$$\sqrt{k}\,\frac{2K}{\pi} = 2q^{\frac{1}{4}}\frac{(1-q^2)^2(1-q^4)^2\ldots}{(1-q)^2(1-q^3)^2\ldots}$$

folglich auch

$$\frac{2K}{\pi} = \frac{2q^{\frac{1}{4}}}{\sqrt{k}}\,\frac{A}{\theta(0)}\,e^{-\frac{2}{1}\frac{q^2}{1-q^2}-\frac{2}{2}\frac{q^4}{1-q^4}-\cdots}$$

Endlich hat man

$$\sqrt{\frac{k}{k'}} = 2q^{\frac{1}{4}}\frac{(1+q^2)^2(1+q^4)^2\ldots}{(1-q)^2(1-q^3)^2\ldots}$$

daher folgt

$$1 = 2q^{\frac{1}{4}}\sqrt{\frac{k}{k'}}\,\frac{A}{\theta(0)}\,e^{\frac{2}{1}\frac{q^2}{1-q^2}-\frac{2}{2}\frac{q^4}{1-q^4}+\cdots}$$

Wenn man diese Ausdrücke mit dem in den § 21 angeführten Werthe von Q_n u. s. w. verbindet und auf die in diesem Paragraphen gegebenen Ausdrücken der θ-Functionen Rücksicht nimmt, so erlangt man ohne Schwierigkeit die vorher gegebenen Werthe von P_n u. s. w.

§ 25.

Diejenige Verbindung von sin $n\,amu$ und cos $n\,amu$, welche durch den Ausdruck

$$e^{\sqrt{-1}\,n\left(am\,\frac{2K}{\pi}-x\right)}$$

dargestellt wird, lässt sich sehr leicht als eine gebrochene Function ausdrücken, wo Zähler und Nenner unendliche Producte bilden. Das Resultat wird dabei erheblich einfacher als die Ausdrücke, die wir in dem vorigen Paragraphen kennen gelernt haben.

Setzen wir in der bekannten Formel

$$am\,\frac{2K}{\pi}x - x = \frac{2q}{1+q^2}\sin 2x + \frac{2}{2}\,\frac{q^2}{1+q^4}\sin 4x + \cdots$$

$$e^{\sqrt{-1}\,x} = t,$$

und entwickeln daselbst die Nenner der Coefficienten nach den Potenzen von q, so erhalten wir leicht

$$\sqrt{-1}\left(am\,\frac{2K}{\pi}x - x\right) = \log(1-qt^{-2}) + \log(1-q^3t^2) + \log(1-q^5t^{-2}) + \cdots$$
$$- \log(1-qt^2) - \log(1-q^3t^{-2}) - \log(1-q^5t^2) - \cdots$$

woraus augenblicklich folgt:

$$e^{\sqrt{-1}\left(am\frac{2K}{\pi}x-x\right)} = \frac{(1-qt^{-2})(1-q^3t^2)(1-q^5t^{-2})\ldots}{(1-qt^2)(1-q^3t^{-2})(1-q^5t^2)\ldots}$$

Es empfiehlt sich für die unendlichen Producte, die hier vorkommen, eine besondere Bezeichnung einzuführen; demnach sei

$$\eta(x) = (1-qt^2)(1-q^3t^{-2})(1-q^5t^2)\ldots$$

also auch

$$\eta(-x) = (1-qt^{-2})(1-q^3t^2)(1-q^5t^{-2})\ldots$$

Die obige Gleichung wird also durch die folgende ersetzt:

$$(\alpha)\qquad e^{\sqrt{-1}\left(am\frac{2K}{\pi}x-x\right)} = \frac{\eta(-x)}{\eta(x)}$$

Bei dieser Bezeichnungsweise finden sich noch viele Relationen, von denen einige besonders geeignet sind, die in diesem Abschnitte betrachteten Functionen in einer einfachen Weise darzustellen. Erinnert man sich an die Zusammensetzung der Function $\theta(x)$, so leuchtet die nachstehende Beziehung sogleich ein

$$(\beta)\qquad A\,\eta(x)\,\eta(-x) = \theta(x)$$

Aus der Verbindung dieser Gleichung mit der Gleichung (α) erkennt man ferner, dass

$$(\gamma)\qquad A\,e^{\sqrt{-1}\left(am\frac{2K}{\pi}x-x\right)}[\eta(x)]^2 = \theta(x)$$

oder

$$A e^{-\sqrt{-1}\left(am\frac{2K}{\pi}x - x\right)} [\eta(-x)]^2 = \theta(x)$$

Verbinden wir mit diesen Ergebnissen die Gleichungen

$$\sin am \frac{2K}{\pi} x = \frac{1}{\sqrt{k}} \frac{\theta_1(x)}{\theta(x)}$$

$$\cos am \frac{2K}{\pi} x = \sqrt{\frac{k'}{k}} \frac{\theta_2(x)}{\theta(x)}$$

oder

$$e^{\sqrt{-1}\, am \frac{2K}{\pi} x} = \sqrt{\frac{k'}{k}} \frac{\theta_2(x)}{\theta(x)} + \sqrt{-1}\frac{1}{\sqrt{k}}\frac{\theta_1(x)}{\theta(x)}$$

so ergeben sich auf der Stelle die folgenden:

$$(\mathbf{A}) \left\{ \begin{aligned} A[\eta(x)]^2 e^{-\sqrt{-1}\,x} &= \sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x) - \sqrt{-1}\frac{1}{\sqrt{k}}\,\theta_1(x) \\ A[\eta(-x)]^2 e^{\sqrt{-1}\,x} &= \sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x) + \sqrt{-1}\frac{1}{\sqrt{k}}\,\theta_1(x) \end{aligned} \right.$$

Aus der Gleichung (α) hat man

$$e^{n\sqrt{-1}\, am \frac{2K}{\pi} x} = \left(\frac{\eta(-x)}{\eta(x)}\right)^n e^{n\sqrt{-1}\,x}$$

$$e^{-n\sqrt{-1}\, am \frac{2K}{\pi} x} = \left(\frac{\eta(x)}{\eta(-x)}\right)^n e^{-n\sqrt{-1}\,x}$$

oder auch

$$(\mathbf{B}) \left\{ \begin{aligned} \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x &= \frac{1}{2\sqrt{-1}} \frac{[\eta(-x)]^{2n} e^{n\sqrt{-1}\,x} - [\eta(x)]^{2n} e^{-n\sqrt{-1}\,x}}{[\eta(x)\,\eta(-x)]^n} \\ \cos n\, am \frac{2K}{\pi} x &= \frac{1}{2} \frac{[\eta(-x)]^{2n} e^{n\sqrt{-1}\,x} + [\eta(x)]\, e^{-n\sqrt{-1}\,x}}{[\eta(x)\,\eta(-x)]^n} \end{aligned} \right.$$

Vergleicht man diese Relationen mit den Gleichungen (**V**), so ergeben sich, da

$$[\eta(x)\,\eta(-x)]^n = \frac{[\theta(x)]^n}{A^n},$$

$$(\mathbf{C}) \left\{ \begin{aligned} n\,\theta_1(n,x) &= \frac{1}{2\sqrt{-1}} A^n \left\{[\eta(-x)]^{2n} e^{n\sqrt{-1}\,x} - [\eta(x)]^{2n} e^{-n\sqrt{-1}\,x}\right\} \\ \theta_2(n,x) &= \frac{1}{2} A^n \left\{[\eta(-x)]^{2n} e^{n\sqrt{-1}\,x} + [\eta(x)]^{2n} e^{-n\sqrt{-1}\,x}\right\} \end{aligned} \right.$$

Mit Hülfe der Gleichungen (A) und (C) leitet man noch zwei Formeln ab, die man übrigens direct hätte finden können, nämlich:

$$n\,\theta_1(n,x) = \frac{n}{1}\left(\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x)\right)^{n-1}\frac{1}{\sqrt{k}}\,\theta_1(x) - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\left(\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x)\right)^{n-3}\left(\frac{1}{\sqrt{k}}\,\theta_1(x)\right)^3 + \cdots$$

$$\theta_2(n,x) = \left(\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x)\right)^{n} - \frac{n(n-1)}{1.2}\left(\sqrt{\frac{k'}{k}}\,\theta_2(x)\right)^{n-2}\left(\frac{1}{\sqrt{k}}\,\theta_1(x)\right)^2 + \cdots$$

Die η-Functionen lassen sich in mannigfaltiger Weise umformen und mit einander vergleichen. Von derartigen Transformationen führe ich indessen nur so viel an, wie nöthig ist, um sämmtliche θ-Functionen vermittelst der neuen auszudrücken, sowie um die letzteren in Reihen entwickeln zu können.

Lassen wir $x + \frac{1}{2}\pi$ an die Stelle von x treten, so gelten die Gleichungen

$$\eta(x+\tfrac{1}{2}\pi) = (1+qt^2)(1+q^3t^{-2})(1+q^5t^2)\ldots$$

$$\eta(-x-\tfrac{1}{2}\pi) = (1+qt^{-2})(1+q^3t^2)(1+q^5t^{-2})\ldots$$

und mit diesen findet man

$$\theta_3(x) = A\,\eta(x+\tfrac{1}{2}\pi)\,\eta(-x-\tfrac{1}{2}\pi)$$

von deren Richtigkeit man sich übrigens auf einem anderen Wege sehr leicht überzeugen kann. Bezeichnen wir ferner das Verhältniss $\frac{K'}{K}\pi$ mit ρ und ersetzen x durch $x+\sqrt{-1}\,\frac{1}{2}\rho$, so erlangen wir

$$\eta(x+\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho) = (1-q^2t^2)(1-q^2t^{-2})(1-q^6t^2)(1-q^6t^{-2})\ldots$$

$$\eta(-x-\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho) = t^{-1}(t-t^{-1})(1-q^4t^2)(1-q^4t^{-2})(1-q^8t^2)(1-q^8t^{-2})\ldots$$

Das Resultat dieser Ausdrücke giebt uns nun

$$\theta_1(x) = -\sqrt{-1}\,Aq^{\frac{1}{4}}\,e^{\sqrt{-1}\,x}\,\eta(x+\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho)\,\eta(-x-\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho)$$

Genau auf dieselbe Weise findet man auch

$$\theta_2(x) = Aq^{\frac{1}{4}}\,e^{\sqrt{-1}\,x}\,\eta(x-\tfrac{1}{2}\pi+\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho)\,\eta(-x+\tfrac{1}{2}\pi-\sqrt{-1}\,\tfrac{1}{2}\rho)$$

Hiermit haben wir alle θ-Functionen durch η ausgedrückt; die letztgefundenen Relationen können wir aber benutzen, um eine bemerkenswerthe Beziehung zwischen den letzteren kennen zu lernen.

Die Gleichungen (C) geben uns nämlich

$$\sqrt{k}\,\theta_1(1,x) = \theta_1(x) = \tfrac{1}{2}\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{-1}} A\{[\eta(-x)]^2 e^{\sqrt{-1}x} - [\eta(x)]^2 e^{-\sqrt{-1}x}\}$$

$$\sqrt{\frac{k}{k'}}\,\theta_2(1,x) = \theta_2(x) = \tfrac{1}{2}\sqrt{\frac{k}{k'}}\, A\{[\eta(-x)]^2 e^{\sqrt{-1}x} + [\eta(x)]^2 e^{-\sqrt{-1}x}\}$$

Vergleichen wir diese Ausdrücke mit den vorhergehenden, so treten die nachstehenden Relationen zum Vorschein:

$$[\eta(-x)]^2 e^{\sqrt{-1}x} - [\eta(x)]^2 e^{-\sqrt{-1}x} = 2\frac{q^{\frac{1}{4}}}{\sqrt{k}} e^{\sqrt{-1}x}\, \eta(x + \sqrt{-1}\tfrac{1}{2}\rho)\,\eta(-x - \sqrt{-1}\tfrac{1}{2}\rho)$$

$$[\eta(-x)]^2 e^{\sqrt{-1}x} + [\eta(x)]^2 e^{-\sqrt{-1}x} = 2q^{\frac{1}{4}}\sqrt{\frac{k'}{k}}\, e^{\sqrt{-1}x}\, \eta(x - \tfrac{1}{2}\pi + \sqrt{-1}\tfrac{1}{2}\rho)\,\eta(-x + \tfrac{1}{2}\pi - \sqrt{-1}\tfrac{1}{2}\rho)$$

§ 26.

Wir gehen jetzt zu der Entwicklung der η in unendliche Reihen über. Hierzu benutzen wir zunächst die sehr leicht zu erhaltenden Relationen

$$(\mathrm{I}) \begin{cases} \eta(x + \sqrt{-1}\,\rho) = \eta(-x) \\ \eta(x + 2\sqrt{-1}\,\rho) = \dfrac{1 - \frac{1}{q}t^{-2}}{1 - qt^2}\,\eta(x) = -\dfrac{1}{q}t^{-2}\,\eta(x) \end{cases}$$

Es sei nun

$$\eta(x) = A_0 - A_1 t^2 + A_2 t^4 - \cdots$$
$$- A_{-1} t^{-2} + A_{-2} t^{-4} - \cdots$$

alsdann ist auch

$$\eta(-x) = A_0 - A_1 t^{-2} + A_2 t^{-4} - \cdots$$
$$- A_{-1} t^2 + A_{-2} t^4 - \cdots$$

Die erste der Gleichungen (I) giebt uns aber

$$\eta(-x) = A_0 - A_1 q^2 t^2 + A_2 q^4 t^4 - \cdots$$
$$- A_{-1}\frac{1}{q^2} t^{-2} + A_{-2}\frac{1}{q^4} t^{-4} - \cdots$$

Die Vergleichung der beiden Ausdrücke für $\eta(-x)$ führt uns zu den Relationen

$$A_{-1} = q^2 A_1$$
$$A_{-2} = q^4 A_2$$
$$A_{-3} = q^6 A_3$$
u. s. w.

Die zweite der Gleichungen (I) giebt uns ferner

$$\begin{aligned} & A_0 - A_1 q^4 t^2 + A_2 q^8 t^4 - \cdots \\ & \quad - A_{-1} \frac{1}{q^4} t^{-2} + A_{-2} \frac{1}{q^8} t^{-4} - \cdots \\ & = -\frac{1}{q} t^{-2} \left\{ \begin{array}{l} A_0 - A_1 t^2 + A_2 t^4 - \cdots \\ \quad - A_{-1} t^{-2} + A_{-2} t^{-4} - \cdots \end{array} \right\} \end{aligned}$$

woraus man erlangt

$$A_1 = q A_0$$
$$A_2 = q^5 A_1 = q^6 A_0$$
$$A_3 = q^9 A_2 = q^{15} A_0$$
u. s. w.

Es bleibt nur noch übrig den Coefficienten A_0 zu bestimmen. Hierzu gebrauchen wir die Gleichung

$$\eta(x + \sqrt{-1}\tfrac{1}{2}\rho) = \eta(x, q^2)\, \eta(-x, q^2) = \frac{\theta(x, q^2)}{A(q^2)}$$

von deren Richtigkeit man sich sehr leicht überzeugen kann. Wo q^2 innerhalb der Parenthesen gesetzt worden ist, haben wir angedeutet, dass q^2 an der Stelle von q treten soll. Bei der Entwicklung von $\theta(x)$ nach den Potenzen von t^2 und t^{-2} ist das constante Glied 1, daher erhalten wir in Berücksichtigung der in § 24 gegebenen Ausdrücke für A,

$$A_0 = \frac{1}{(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})\ldots}$$

oder

$$A_0 = \frac{(1+q^4)(1+q^8)(1+q^{12})\ldots}{(1-q^8)(1-q^{16})(1-q^{24})\ldots}$$

Man kann auch die folgende Reihe für diese Grösse ansetzen, deren Ableitung weiter unten erfolgen wird

$$A_0 = 1 + \frac{q^4}{(1-q^4)^2} + \frac{q^{16}}{(1-q^4)^2(1-q^8)^2} + \cdots$$

Von besonderer Wichtigkeit für unsere Untersuchungen ist die Entwicklung einer beliebigen Potenz der Function $\eta(x)$. In Bezug auf diese, wenn man nur reelle Werthe von x zulässt, besteht ein allgemeines Theorem, wodurch die zu gleichen positiven und negativen Potenzen von t gehörigen Coefficienten auf einander geführt werden können. In der That, die Function $[\eta(x+\sqrt{-1}\,\rho)]^n$ ist bei jedem Werthe von n und bei jedem reellen x synnectisch, sobald nur q kleiner als die Einheit ist, daher convergirt die Reihe

$$[\eta(x+\sqrt{-1}\,\rho)]^n = A_0^{(n)} - A_1^{(n)} q^2 t^2 + A_2^{(n)} q^4 t^4 - \cdots$$

$$- A_{-1}^{(n)} \frac{1}{q^2} t^{-2} - A_{-2}^{(n)} \frac{1}{q^4} t^{-4} - \cdots$$

Andererseits haben wir aber

$$[\eta(x+\sqrt{-1}\,\rho)]^n = [\eta(-x)]^n$$

und

$$[\eta(-x)]^n = A_0^{(n)} - A_1^{(n)} t^2 + A_2^{(n)} t^4 + \cdots$$

$$- A_{-1}^{(n)} t^{-2} + A_{-2}^{(n)} t^{-4} - \cdots$$

Aus den beiden angesetzten Entwicklungen schliessen wir, dass die folgenden Gleichungen allgemeine Gültigkeit haben

$$A_{-1}^{(n)} = q^2 A_1^{(n)}$$

$$A_{-2}^{(n)} = q^4 A_2^{(n)}$$

$$A_{-3}^{(n)} = q^6 A_3^{(n)}$$

u. s. w.

Um nun die Coefficienten wirklich zu bestimmen, sei

$$f(x) = (1-q t^2)(1-q^5 t^2)(1-q^9 t^2)\ldots$$

also auch

$$f(-x) = (1-qt^{-2})\,(1-q^5t^{-2})\,(1-q^9t^{-2})\ldots$$

$$f(x+\sqrt{-1}\,\rho) = (1-q^3t^2)\,(1-q^7t^2)\,(1-q^{11}t^2)\ldots$$

$$f(-x+\sqrt{-1}\,\rho) = (1-q^3t^{-2})\,(1-q^7t^{-2})\,(1-q^{11}t^{-2})\ldots$$

Für die η-Functionen ergeben sich hiermit folgende Ausdrücke:

$$\eta(x) = f(x)\,f(-x+\sqrt{-1}\,\rho)$$

$$\eta(-x) = f(-x)\,f(x+\sqrt{-1}\,\rho)$$

Ferner sind die folgenden Relationen einleuchtend:

$$f(x) = (1-qt^2)\,f(x+2\sqrt{-1}\,\rho)$$

$$f(-x) = (1-qt^{-2})\,f(-x+2\sqrt{-1}\,\rho)$$

Bezeichnen wir nun die Entwicklung von $[f(x)]^n$ wie folgt:

$$[f(x)]^n = 1 - B_1^{(n)}t^2 + B_2^{(n)}t^4 - B_3^{(n)}t^6 + \cdots$$

so erhalten wir zur Bestimmung der Coefficienten die Gleichung

$$1 - B_1^{(n)}t^2 + B_2^{(n)}t^4 - \cdots = (1-qt^2)^n\left\{1 - B_1^{(n)}q^4t^2 + B_2^{(n)}q^8t^4 - \cdots\right\}$$

Es finden sich hieraus

$$B_1^{(n)} = \frac{n}{1}\,\frac{q}{1-q^4}$$

$$B_2^{(n)} = \frac{n(n-1)}{1.2}\,\frac{q^2}{1-q^8} + \frac{n}{1}\,B_1^{(n)}\,\frac{q^5}{1-q^8}$$

$$B_3^{(n)} = \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\,\frac{q^3}{1-q^{12}} + \frac{n(n-1)}{1.2}\,B_1^{(n)}\,\frac{q^6}{1-q^{12}} + \frac{n}{1}\,B_2^{(n)}\,\frac{q^9}{1-q^{12}}$$

u. s. w.

In derselben Bezeichnung finden wir auch

$$[f(-x+\sqrt{-1}\,\rho)]^n = 1 - B_1^{(n)}q^2t^{-2} + B_2^{(n)}q^4t^{-4} - \cdots$$

Nach der Multiplication der beiden Reihen ergeben sich schliesslich für die A-Coefficienten folgende Ausdrücke

$$A_0^{(n)} = 1 + \left(B_1^{(n)}\right)^2 q^2 + \left(B_2^{(n)}\right)^2 q^4 + \cdots$$

$$A_1^{(n)} = B_1^{(n)} + B_2^{(n)} B_1^{(n)} q^2 + B_3^{(n)} B_2^{(n)} q^4 + \cdots$$

$$A_2^{(n)} = B_2^{(n)} + B_3^{(n)} B_1^{(n)} q^2 + B_4^{(n)} B_2^{(n)} q^4 + \cdots$$

u. s. w.

Setzt man in diesen Formeln $n = 1$, so findet man leicht den bereits angeführten Werth für $A_0^{(1)}$.

Wenn n eine ganze positive Zahl bedeutet, so finden zwischen den A-Coefficienten einige sehr einfache Relationen statt, die erwähnt zu werden verdienen. Unter dieser Voraussetzung über n bemerken wir zunächst, dass die Function $[\eta(x + 2\sqrt{-1}\,\rho)]^n$ synnectisch bleibt. Die Reihe

$$[\eta(x + 2\sqrt{-1}\,\rho)]^n = A_0^{(n)} - A_1^{(n)} q^4 t^2 + A_2^{(n)} q^8 t^4 - \cdots$$
$$- A_{-1}^{(n)} \frac{1}{q^4} t^{-2} + A_{-2}^{(n)} \frac{1}{q^8} t^{-4} - \cdots$$

ist daher convergent; da ferner

$$[\eta(x + 2\sqrt{-1}\,\rho)]^n = \left(-\frac{1}{q}\right)^n t^{-2n} [\eta(x)]^n$$
$$= \left(-\frac{1}{q}\right)^n t^{-2n} \left\{ \begin{array}{l} A_0^{(n)} - A_1^{(n)} t^2 + A_2^{(n)} t^4 - \cdots \\ \qquad - A_{-1}^{(n)} t^{-2} + A_{-2}^{(n)} t^{-4} - \cdots \end{array} \right\}$$

so erhellt

$$A_n^{(n)} = q^n A_0^{(n)}$$

$$A_{n-1}^{(n)} = q^n \frac{1}{q^4} A_{-1}^{(n)} = q^n \frac{1}{q^2} A_1^{(n)}$$

$$A_{n-2}^{(n)} = q^n \frac{1}{q^8} A_{-2}^{(n)} = q^n \frac{1}{q^4} A_2^{(n)}$$

u. s. w.

$$A_{n+1}^{(n)} = q^n q^4 A_1^{(n)}$$

$$A_{n+2}^{(n)} = q^n q^8 A_2^{(n)}$$

u. s. w.

§ 27.

Der Hauptgegenstand unserer in diesem Abschnitte vorgenommenen Untersuchungen betrifft die Entwicklung der Functionen $\sin n\, am \frac{2K}{\pi} x$ und $\cos n\, am \frac{2K}{\pi} x$ in trigonometrischen Reihen nach dem Argumente x. Wir gehen jetzt dazu über, nachdem die Analyse der vorhergegangenen Paragraphen uns hinreichend mit den nöthigen Hülfsmitteln versehen hat. Die bereits in der Einleitung gebrauchte Bezeichnung der Entwicklungscoefficienten behalten wir hier bei, so dass, indem wir mit n eine beliebige positive Zahl bezeichnen,

$$\sin n\, am \frac{2K}{\pi} x = 2\Sigma_1^{(n)} \sin x + 2\Sigma_2^{(n)} \sin 2x + \cdots$$

$$\cos n\, am \frac{2K}{\pi} x = \Gamma_0^{(n)} + 2\Gamma_1^{(n)} \cos x + 2\Gamma_2^{(n)} \cos 2x + \cdots$$

oder auch

$$e^{n\sqrt{-1}\, am \frac{2K}{\pi} x} = \Gamma_0^{(n)} + \left(\Gamma_1^{(n)} + \Sigma_1^{(n)}\right) t + \left(\Gamma_2^{(n)} + \Sigma_2^{(n)}\right) t^2 + \cdots$$
$$+ \left(\Gamma_1^{(n)} - \Sigma_1^{(n)}\right) t^{-1} + \left(\Gamma_2^{(n)} - \Sigma_2^{(n)}\right) t^{-2} + \cdots$$

wobei t die frühere Bedeutung hat, nämlich

$$t = e^{\sqrt{-1}\, x}$$

Wir machen hierbei sehr leicht die Bemerkung, dass die Coefficienten $\Gamma_i^{(n)}$ und $\Sigma_i^{(n)}$ jedesmal verschwinden, wo die Differenz $n - i$ nicht eine durch 2 theilbare Zahl ist.

Die Formeln des vorigen Paragraphen bieten uns nun das nächste Mittel, die hier in Frage kommenden Entwicklungscoefficienten zu bestimmen. Wir können nämlich nach denselben ohne Schwierigkeit die nachstehende Entwicklung bilden:

$$e^{n\sqrt{-1}\left(am \frac{2K}{\pi} - x\right)} = \left(\frac{\eta(-x)}{\eta(x)}\right)^n = H_0^{(n)} - H_1^{(n)} t^2 + H_2^{(n)} t^4 - \cdots$$
$$- H_{-1}^{(n)} t^{-2} + H_{-2}^{(n)} t^{-4} - \cdots$$

und haben hernach

$$\Gamma_i^{(n)} + \Sigma_i^{(n)} = (-1)^{\frac{i-n}{2}} H_{\frac{i-n}{2}}^{(n)}$$

$$\Gamma_i^{(n)} - \Sigma_i^{(n)} = (-1)^{\frac{i-n}{2}} H_{-\frac{i+n}{2}}^{(n)}$$

Die Coefficienten $H_\nu^{(n)}$ erlangen wir durch Multiplication zweier η-Reihen, welche gewöhnlich leicht genug auszuführen ist. Wenn aber n eine grössere Zahl ist und der Modul k sehr nahe der Einheit kommt, so erscheint es doch wünschenswerth, diese Multiplication durch kürzer zum Ziele führende Rechnungsoperationen ersetzen zu können. Es mangelt uns nicht an Mitteln diesen Gedanken verfolgen zu können. Setzen wir z. B.

$$\left(\frac{\eta(-x)}{\eta(x)}\right)^n = \left(\frac{1-qt^{-2}}{1-qt^2}\right)^n Q$$

so ist Q eine Function, die bloss um Grössen der Ordnung q^3 von der Einheit verschieden ist. Die Entwicklung dieser Function nach t ist viel convergenter als die entsprechende η-Reihe und die des ersten Factors lässt sich sehr leicht ausführen. Die schliesslich erforderliche Multiplication ist ebenfalls um Erhebliches leichter als die von zwei entsprechenden η-Reihen.

Mit Beibehaltung der Bezeichnungen, die wir am Ende des vorigen Paragraphen benutzten, finden wir für Q den Ausdruck

$$Q = \left(\frac{f(x+\sqrt{-1}\,\rho)\,f(-x+2\sqrt{-1}\,\rho)}{f(-x+\sqrt{-1}\,\rho)\,f(x+2\sqrt{-1}\,\rho)}\right)^n$$

Die Grösse Q gewinnt man also durch Multiplication der vier folgenden, in der Regel sehr rasch convergirenden Reihen

$$\begin{aligned}
[f(x+\sqrt{-1}\,\rho)]^n &= 1 - B_1^{(n)} q^2 t^2 + B_2^{(n)} q^4 t^4 - \cdots \\
[f(-x+\sqrt{-1}\,\rho)]^{-n} &= 1 - B_1^{(-n)} q^2 t^{-2} + B_2^{(-n)} q^4 t^{-4} - \cdots \\
[f(-x+2\sqrt{-1}\,\rho)]^n &= 1 - B_1^{(n)} q^4 t^{-2} + B_2^{(n)} q^8 t^{-4} - \cdots \\
[f(x+2\sqrt{-1}\,\rho)]^{-n} &= 1 - B_1^{(-n)} q^4 t^2 + B_2^{(-n)} q^8 t^4 - \cdots
\end{aligned}$$

Dieselbe Entwicklung kann man auch mit Vortheil nach der im § 14 vorgetragenen Methode erhalten. Es ist nämlich, wie man leicht verificiren kann,

$$Q = e^{-2n\sqrt{-1}\left\{\frac{1}{1}\frac{q^3}{1+q^2}\sin 2x + \frac{1}{2}\frac{q^6}{1+q^4}\sin 4x + \frac{1}{3}\frac{q^9}{1+q^6}\sin 6x + \cdots\right\}}$$

Um die besagte Methode anzuwenden haben wir also mit folgenden Werthen die Rechnung anzufangen:

$$\begin{aligned}
g &= -n \\
\lambda_1 &= 0 \\
\lambda_2 &= \frac{q^3}{1+q^2}
\end{aligned}$$

u. s. w.

Die Entwicklung des Factors

$$\left(\frac{1-q\,t^{-2}}{1-q\,t^2}\right)^n$$

ist identisch mit derjenigen, durch welche Sinusse und Cosinusse von Vielfachen der wahren Anomalie als Functionen der excentrischen Anomalie ausgedrückt werden. Diese ist von Hansen in der «Entwicklung eines Products etc.» umständlich untersucht worden und seine Formeln finden hier eine unmittelbare Anwendung. Es sei also

$$\left(\frac{1-qt^{-2}}{1-qt^2}\right)^n = R_0^{(n)} + R_1^{(n)}\, t^2 + R_2^{(n)}\, t^4 + \cdots$$

$$+ R_{-1}^{(n)}\, t^{-2} + R_{-2}^{(n)}\, t^{-4} + \cdots$$

so finden die folgenden Beziehungen statt:

$$R_0^{(n)} = 1 - \frac{n^2}{1^2}\,q^2 + \frac{n^2\,(n^2-1)}{1^2.2^2}\,q^4 - \frac{n^2\,(n^2-1)\,(n^2-4)}{1^2.2^2.3^3}\,q^6 + \cdots$$

$$R_1^{(n)} = \frac{n}{1}\,q - \frac{n^2\,(n+1)}{1^2.2}\,q^3 + \frac{n^2\,(n^2-1)\,(n+2)}{1^2.2^2.3}\,q^5 - \cdots$$

$$R_2^{(n)} = \frac{n\,(n+1)}{1.2}\,q^2 - \frac{n^2\,(n+1)\,(n+2)}{1^2.2.3}\,q^4 + \frac{n^2\,(n^2-1)\,(n+2)\,(n+3)}{1^2.2^2.3.4}\,q^6 - \cdots$$

. . . .

$$R_{-1}^{(n)} = -\frac{n}{1}\,q + \frac{n^2\,(n-1)}{1^2.2}\,q^3 - \frac{n^2\,(n^2-1)\,(n-2)}{1^2.2^2.3}\,q^5 + \cdots$$

$$R_{-2}^{(n)} = \frac{n\,(n-1)}{1.2}\,q^2 - \frac{n^2\,(n-1)\,(n-2)}{1^2.2.3}\,q^4 + \frac{n^2\,(n^2-1)\,(n-2)\,(n-3)}{1^2.2^2.3.4}\,q^6 - \cdots$$

. . . .

Eine ausführliche Darlegung der zweckmässigsten Rechnungsmethoden findet sich in der citirten Schrift Art. 26 ff. und brauchen wohl hier nicht wiederholt zu werden.

§ 28.

Zwischen drei auf einander folgenden Entwicklungscoefficienten $\Sigma_i^{(n)}$ oder $\Gamma_i^{(n)}$ findet eine wichtige Beziehung statt, die ich jetzt ableiten werde. Differentiirt man die Function $\sin n\,am\,\frac{2K}{\pi}x$ zweimal nach x, so kommt

$$\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{d^2 \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x}{dx^2} = - n^2 \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x \left(\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x\right)^2 - n k^2 \cos n\, am \frac{2K}{\pi} x$$

$$\times \sin am \frac{2K}{\pi} x \cos am \frac{2K}{\pi} x$$

Erwägt man aber, dass

$$\left(\Delta\, am \frac{2K}{\pi} x\right)^2 = 1 - k^2 \left(\sin am \frac{2K}{\pi} x\right)^2 = 1 - \tfrac{1}{2} k^2 + \tfrac{1}{2} k^2 \cos 2 am \frac{2K}{\pi} x$$

$$\sin am \frac{2K}{\pi} x \cos am \frac{2K}{\pi} x = \tfrac{1}{2} \sin 2 am \frac{2K}{\pi} x$$

so leuchtet ein:

$$\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{d^2 \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x}{dx^2}$$

$$= - n^2 (1 - \tfrac{1}{2} k^2) \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x - \tfrac{1}{2} n^2 k^2 \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x \cos 2\, am \frac{2K}{\pi} x$$

$$- \tfrac{1}{2} n k^2 \cos n\, am \frac{2K}{\pi} x \sin 2\, am \frac{2K}{\pi} x$$

$$= - \tfrac{1}{2} n^2 (1 + k'^2) \sin n\, am \frac{2K}{\pi} x$$

$$- \tfrac{1}{4} n (n+1) k^2 \sin (n+2)\, am \frac{2K}{\pi} x - \tfrac{1}{4} n (n-1) k^2 \sin (n-2)\, am \frac{2K}{\pi} x$$

Ganz ebenso findet sich auch

$$\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{d^2 \cos n\, am \frac{2K}{\pi} x}{dx^2}$$

$$= - \tfrac{1}{2} n^2 (1 + k'^2) \cos n\, am \frac{2K}{\pi} x - \frac{k^2}{4} n (n+1) \cos (n+2)\, am \frac{2K}{\pi} x - \frac{k^2}{4} n (n-1) \cos (n-2)\, am \frac{2K}{\pi} x$$

Substituirt man in diesen Gleichungen respective die Reihen für $\sin n\, am \frac{2K}{\pi} x$ und $\cos n\, am \frac{2K}{\pi} x$, so gewinnt man die gesuchten Relationen, nämlich:

$$\text{(I)} \begin{cases} 0 = \tfrac{1}{4} k^2\, n (n-1)\, \Sigma_i^{(n-2)} + \left\{ \tfrac{1}{2} n^2 (1 + k'^2) - i^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \right\} \Sigma_i^{(n)} + \tfrac{1}{4} k^2\, n (n+1)\, \Sigma_i^{(n+2)} \\ 0 = \tfrac{1}{4} k^2\, n (n-1)\, \Gamma_i^{(n-2)} + \left\{ \tfrac{1}{2} n^2 (1 + k'^2) - i^2 \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \right\} \Gamma_i^{(n)} + \tfrac{1}{4} k^2\, n (n+1)\, \Gamma_i^{(n+2)} \end{cases}$$

Aus diesen Gleichungen zieht man als die zunächst liegende Folgerung die Relation

$$\frac{\Sigma_i^{(n+2)}}{\Sigma_i^{(n)}} = \frac{\Gamma_i^{(n+2)}}{\Gamma_i^{(n)}}$$

oder

$$\frac{\Sigma_i^{(n+2)}}{\Gamma_i^{(n+2)}} = \frac{\Sigma_i^{(n)}}{\Gamma_i^{(n)}}$$

Die letzte Gleichung lehrt wieder, dass das Verhältniss $\frac{\Sigma_i^{(n)}}{\Gamma_i^{(n)}}$ von n unabhängig ist; dasselbe kann folglich bestimmt werden, wenn man für n solche Werthe substituirt, für die man die Entwicklungscoefficienten Σ und Γ kennt. Somit findet man

$$\frac{\Sigma_{2i}^{(2n)}}{\Gamma_{2i}^{(2n)}} = \frac{1-q^{2i}}{1+q^{2i}}$$

indem i grösser als Null vorausgesetzt wird. Für ungerade Indices hat man dagegen

$$\frac{\Sigma_{2i+1}^{(2n+1)}}{\Gamma_{2i+1}^{(2n+1)}} = \frac{1+q^{2i+1}}{1-q^{2i+1}}$$

Die Relationen (I) geben zu ähnlichen Kettenbrüchen Veranlassung, die wir in den §§ 2 — 4 angewandt haben. Statt jedoch hier solche zu entwickeln, werden wir später einen andern zu betrachten Gelegenheit finden, welcher bis auf Weniges mit jenen identisch ist.

§ 29.

Die Form der Gleichungen (I) giebt uns zu erkennen, dass die Coefficienten $\Sigma_i^{(n)}$ und $\Gamma_i^{(n)}$ durch Ausdrücke nachstehender Form angegeben werden können, wo M_i und N_i von n unabhängige Grössen bezeichnen,

$$\Gamma_i^{(2n)} = \left\{Q_0^{(2n)} - i^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Q_1^{(2n)} + \cdots \pm i^{2n-2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n-2} Q_{n-1}^{(2n)}\right\} M_i$$

$$\Gamma_i^{(2n+1)} = \left\{Q_0^{(2n+1)} - i^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 Q_1^{(2n+1)} + \cdots \pm i^{2n}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2n} Q_{2n}^{(2n+1)}\right\} N_i$$

Für M_i und N_i hat man folgende Ausdrücke:

$$M_i = \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{4i\, q^{\frac{i}{2}}}{1-q^i}$$

$$N_i = \left(\frac{\pi}{2K}\right) \frac{2\, q^{\frac{i}{2}}}{1+q^i}$$

Der Fall, wo $i = 0$, ist hier ausgenommen. Für die Q haben wir folgende Recursionsgleichungen:

$$0 = \tfrac{1}{2}k^2\, 2n(2n-1)\, Q_0^{(2n-2)} + 2n.2n(1+k'^2)\, Q_0^{(2n)} + \tfrac{1}{2}k^2\, 2n(2n+1)\, Q_0^{(2n+2)}$$

$$0 = \tfrac{1}{2}k^2\, 2n(2n-1)\, Q_1^{(2n-2)} + 2n.2n(1+k'^2)\, Q_1^{(2n)} + 2\, Q_0^{(2n)} + \tfrac{1}{2}k^2\, 2n(2n+1)\, Q_1^{(2n+2)}$$

. . . .

$$0 = 2\, Q_{n-1}^{(2n)} + \tfrac{1}{2}k^2\, 2n(2n+1)\, Q_n^{(2n+2)},$$

sowie analoge für die $Q^{(2n+1)}$, welche aus den obigen hervorgehen, wenn $2n$ in $2n+1$ geändert wird. Aus diesen finden wir, immer $i > 0$ vorausgesetzt,

$$Q_0^{(0)} = 0$$

$$Q_0^{(1)} = \frac{1}{k}$$

$$Q_0^{(2)} = \frac{1}{k^2}$$

$$Q_0^{(3)} = -\frac{2}{1.2}\,\frac{1+k'^2}{k^3}$$

$$Q_1^{(3)} = -\frac{2}{1.2}\,\frac{2}{k^3}$$

$$Q_0^{(4)} = -\frac{8(1+k'^2)}{1.2.3\, k^4}$$

$$Q_1^{(4)} = -\frac{1}{1.2.3}\,\frac{4}{k^4}$$

Es hat kein Interesse, diese Coefficienten in der angesetzten Form weiter zu entwickeln, denn, wie wir sogleich sehen werden, giebt es für die Γ-Coefficienten eine zweite Ausdrucksweise, wodurch sie vermittelst sehr einfacher Relationen zu den im ersten Abschnitte untersuchten X-Coefficienten angegeben werden können. In der That, die angegebene Recursionsgleichung für die Γ lässt sich, in Anbetracht, dass

$$k^2 = \frac{4k_1}{(1+k_1)^2}$$

$$2\,\frac{1+k'^2}{k^2} = \frac{1+k_1^2}{k_1},$$

durch die folgende ersetzen:

$$0 = n(n-1)\,\Gamma_i^{(n-2)} + \left\{n^2\,\frac{1+k_1^2}{k_1} - \frac{(1+k_1)^2}{k_1}\,i^2\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\right\}\Gamma_i^{(n)} + n(n+1)\,\Gamma_i^{(n+2)}$$

Setzt man in dieser Gleichung, wenn n eine gerade Zahl bezeichnet,

$$\Gamma_i^{(n)} = (\sqrt{-k_1})^n\, G_i^{(n)}$$

und wenn n ungerade ist:

$$\Gamma_i^{(n)} = \sqrt{-1}\,(\sqrt{-k_1})^n\, G_i^{(n)},$$

und beachtet, dass

$$K = (1+k_1)\,K_1,$$

so erlangt man

$$0 = n(n-1)\,G_i^{(n-2)} - \left\{n^2(1+k_1)^2 - i^2\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^2\right\}G_i^{(n)} + n(n+1)k_1^2\,G_i^{(n+2)}$$

Ersetzt man in dieser Gleichung einmal n durch $2n$ und gleichzeitig i durch $2i$, und darauf n und i resp. durch $2n+1$ und $2i+1$, so erlangt man zwei Gleichungen, die mit den Recursionsgleichungen für die X-Coefficienten identisch sind, wenn man in den letzteren k_1 für k schreibt. Wir schliessen hieraus, dass

$$\frac{G_{2i}^{(2n+2)}}{G_{2i}^{(2n)}} = \frac{X_{2i}^{(2n+2)}(k_1)}{X_{2i}^{(2n)}(k_1)}$$

$$\frac{G_{2i+1}^{(2n+3)}}{G_{2i+1}^{(2n+1)}} = \frac{X_{2i+1}^{(2n+3)}(k_1)}{X_{2i+1}^{(2n+1)}(k_1)}$$

also auch

$$\frac{G_{2i}^{(2n+2)}}{X_{2i}^{(2n+2)}(k_1)} = \frac{G_{2i}^{(2n)}}{X_{2i}^{(2n)}(k_1)}$$

$$\frac{G_{2i+1}^{(2n+3)}}{X_{2i+1}^{(2n+3)}(k_1)} = \frac{G_{2i+1}^{(2n+1)}}{X_{2i+1}^{(2n+1)}(k_1)}$$

Man hat nun, den Fall $i = 0$ ausgenommen,

$$\Gamma_{2i}^{(2)} = \frac{1}{k^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 \frac{8i\,q^i}{1-q^{2i}}$$

oder

$$-k_1\,G_{2i}^{(2)} = \frac{1}{k_1}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^2 \frac{2i\,q^i}{1-q^{2i}};$$

es ist aber

$$X^{(2)}_{2i}(k_1) = \frac{1}{k_1^2}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^2$$

folglich wird

$$G^{(2)}_{2i} = -\frac{2i\,q^i}{1-q^{2i}} X^{(2)}_{2i}(k_1)$$

Ebenso findet man $G^{(1)}_{2i+1}$; es ist nämlich

$$\Gamma^{(1)}_{2i+1} = \frac{1}{k}\left(\frac{\pi}{2K}\right)\frac{2\,q^{\frac{2i+1}{2}}}{1+q^{2i+1}}$$

$$-\sqrt{k_1}\,G^{(1)}_{2i+1} = \frac{1}{\sqrt{k_1}}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\frac{q^{\frac{2i+1}{2}}}{1+q^{2i+1}}$$

$$X^{(1)}_{2i+1}(k_1) = \frac{1}{k_1}\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)$$

also wird

$$G^{(1)}_{2i+1} = -\frac{q^{\frac{2i+1}{2}}}{1+q^{2i+1}} X^{(1)}_{2i+1}(k_1)$$

Allgemeiner können wir diese Resultate nun so hinstellen:

$$G^{(2n)}_{2i} = -\frac{2i\,q^i}{1-q^{2i}} X^{(2n)}_{2i}(k_1)$$

$$G^{(2n+1)}_{2i+1} = -\frac{q^{\frac{2i+1}{2}}}{1+q^{2i+1}} X^{(2n+1)}_{2i+1}(k_1)$$

Noch bleibt es uns übrig den Werth der Grösse $G_0^{(2n)}$ zu bestimmen. Dieser ergiebt sich durch ähnliche Betrachtungen, wie die obigen; es ist nämlich

$$\Gamma^{(2)}_0 = 1 - 2X^{(2)}_0(k)$$

$$= -\frac{(1+k'^2)K-2E}{k^2 K}$$

Bezeichnen wir aber in gleicher Weise, wie wir mit K und E die vollständigen Integrale erster und zweiter Gattung des Modul k entsprechend gethan haben, mit K_1 und E_1 dieselben zum Modul k_1 gehörigen Integrale, und beobachten, dass

$$K = (1+k_1)\, K_1$$

$$E = 2\,\frac{E_1}{1+k_1} - \frac{1-k_1^2}{1+k_1}\, K_1$$

$$1+k' = \frac{2}{1+k_1}$$

$$k^2 = \frac{4\,k_1}{(1+k_1)^2}$$

so gelangen wir leicht zu der Formel

$$\Gamma_0^{(2)} = -\,k_1\,\frac{K_1 - E_1}{k_1^2\, K_1}$$

$$= -\,k_1\, X_0^{(2)}\,(k_1)$$

und hieraus folgt endlich

$$G_0^{(2n)} = X_0^{(2n)}\,(k_1)$$

Der Satz, dass

$$\Gamma_0^{(2n)} = (-k_1)^n\, X_0^{(2n)}\,(k_1)$$

lässt sich übrigens sehr leicht direct beweisen. Es ist nämlich

$$\Gamma_0^{(2n)} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} \cos 2n\, am\, \frac{2K}{\pi}\, x\, dx$$

Durch die Substitution

$$am\, \frac{2K}{\pi}\, x = \varphi$$

erlangen wir hieraus

$$\Gamma_0^{(2n)} = \frac{1}{2K}\int_0^{\pi} \frac{\cos 2n\,\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1-k^2 \sin\varphi^2}}$$

$$= \frac{1}{2K}\,(1+k_1)\int_0^{\pi} \frac{\cos 2n\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1+2k_2 \cos 2\varphi + k_1^2}}$$

folglich wird

$$\Gamma_0^{(2n)} = \frac{1}{2K_1}\int_0^{\pi} \frac{\cos 2n\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1+2k_1 \cos 2\varphi + k_1^2}}$$

Nach einem bekannten Theorem erhält man hieraus ferner

$$\Gamma_0^{(2n)} = \frac{(-k_1)^n}{2K_1} \int_0^\pi \frac{\sin\psi^{2n}\, d\psi}{\sqrt{1-k_1^2 \sin\psi^2}}$$

und setzt man in dieser Formel

$$\psi = am\, \frac{2K_1}{\pi} x, \text{ mod. } k_1,$$

so erlangt man

$$\Gamma_0^{(2n)} = \frac{(-k_1)^n}{\pi} \int_0^\pi \left\{\sin am\, \frac{2K_1}{\pi} x\right\}^{2n} dx$$

woraus der ausgesprochene Satz unmittelbar hervorleuchtet.

Hiermit ist also die Berechnung der G und folglich auch die der Γ und Σ auf die Ermittelung der $X_i^{(n)}(k_1)$ zurückgeführt. Alle Untersuchungen, die wir in dem ersten Abschnitte an diese Grössen geknüpft haben, finden also hier eine Anwendung.

§ 30.

Es wird nicht ohne Interesse sein, die Abhängigkeit der Γ von den $X(k_1)$ auf eine andere Weise darzulegen; ich werde mich aber dabei auf die Γ mit geraden Indices beschränken. Zu diesem Zwecke müssen einige Bemerkungen über die Integration einer gewissen linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung vorausgeschickt werden. Wenn R eine beliebige bekannte Function von x bedeutet, so ist die gedachte Differentialgleichung die folgende:

$$(1) \qquad 0 = \left(\frac{d^2R}{dx^2} - 2g^2\right) y + 3\, \frac{dR}{dx} \cdot \frac{dy}{dx} + 2R \cdot \frac{d^2y}{dx^2}$$

Wenn die Constante g gleich Null angenommen wird, so bildet die rechte Seite dieser Gleichung ein vollständiges Differential, aus welchem sich das erste Integral folgendermaassen ergiebt:

$$C_0 = 2R\, \frac{dy}{dx} + y\, \frac{dR}{dx}$$

wobei C_0 die Constante der Integration bedeutet. Eine nochmalige Integration giebt uns, indem die neue Constante mit C_1 bezeichnet wird,

$$y = \frac{1}{\sqrt{R}} \left\{C_1 + \tfrac{1}{2} C_0 \int \frac{dx}{\sqrt{R}}\right\}$$

Es ist also

$$y = \frac{C_1}{\sqrt{R}}$$

ein particuläres Integral der vereinfachten Gleichung; indem wir in derselben die Grösse C_1 als eine Function von x betrachten, werden wir versuchen, diese so zu bestimmen, dass der ursprünglichen Differentialgleichung genügt wird. Wir nennen die noch zu bestimmende Function z und setzen

(2) $$y = C\,\frac{e^{\int z\,dx}}{\sqrt{R}}$$

Wenn dieser Werth in der ursprünglichen Differentialgleichung eingeführt wird, so geht diese in die folgende über:

$$0 = -2g^2 + \frac{dR}{dx}\,z + 2Rz^2 + 2R\,\frac{dz}{dx}$$

Man findet leicht, dass dieser Gleichung durch den Werth

$$z = g\,\frac{1}{\sqrt{R}}$$

genügt wird; wir setzen daher in derselben, um das allgemeine Integral zu ermitteln,

$$z = g\,\frac{1}{\sqrt{R}} + u$$

wonach erhalten wird

$$0 = \left\{\frac{1}{2}\,\frac{1}{R}\,\frac{dR}{dx} + \frac{2g}{\sqrt{R}}\right\}u + u^2 + \frac{du}{dx}$$

Durch Integration dieser Gleichung ergiebt sich für u der folgende Ausdruck:

$$u = \frac{e^{-2g\int\frac{dx}{\sqrt{R}} - \frac{1}{2}\int\frac{1}{R}\frac{dR}{dx}dx}}{C_2 + \int e^{-2g\int\frac{dx}{\sqrt{R}} - \frac{1}{2}\int\frac{1}{R}\frac{dR}{dx}dx}\,dx},$$

in welcher C_2 eine Integrationsconstante bedeutet. Dieser Ausdruck lässt sich offenbar auch, wie folgt, stellen:

$$u = \frac{d\log\left\{1 + C_3\int\frac{e^{-2g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}}}{\sqrt{R}}\,dx\right\}}{dx}$$

Wir erhalten nun

$$\int z\,dx = g\int\frac{dx}{\sqrt{R}} + \log\left\{1 + C_3\int\frac{e^{-2g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}}}{\sqrt{R}}\,dx\right\}$$

und wenn wir diesen Werth in der Gleichung (2) einsetzen, so erlangen wir

$$y = \frac{e^{g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}}}{\sqrt{R}}\left\{C + C''\int\frac{e^{-2g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}}}{\sqrt{R}}\,dx\right\}$$

oder auch

$$y = \frac{1}{\sqrt{R}}\left\{C\,e^{g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}} + C'\,e^{-g\int\frac{dx}{\sqrt{R}}}\right\}$$

womit das allgemeine Integral der Gleichung (1) angegeben ist, und wo C und C' die zwei willkührlichen Constanten bezeichnen.

§ 31.

Ebenso wie in dem § 11, so soll auch hier die Laplace'sche Methode zur Integration linearer Differenzengleichungen zur Anwendung kommen. Es ist die Recursionsgleichung der G, die wir nach derselben behandeln wollen. Setzen wir in dieser Gleichung

$$g = i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\sqrt{-1}$$

und

$$G^{(2n)}_{2i} = V_n$$

nachdem wir $2n+2$ statt n geschrieben haben, so wird sie

$$0 = (2n+1)(2n+2)\,V_n - [(2n+2)(2n+2)(1+k_1^2)+4g^2]\,V_{n+1} + (2n+2)(2n+3)\,k_1^2\,V_{n+2}$$

Leicht können wir aber dieselbe auf die folgende Form bringen:

$$(\alpha)\quad 0 = [2+10n+4n(n-1)]\,V_n - \{[4+12n+4n(n-1)](1+k_1^2)+4g^2\}\,V_{n+1} + [6+14n+4n(n-1)]\,k_1^2\,V_{n+2}$$

Die Function V_n sei nun durch ein bestimmtes Integral gegeben, nämlich:

$$(\beta)\qquad V_n = \int_a^b x^n\,\varphi\,dx$$

wo noch die Function φ, sowie die Gränzen zu bestimmen sind. Der Kürze wegen schreiben wir dabei z für x^n und erhalten dann

$$V_n = \int_a^b z\varphi\, dx$$

$$V_{n+1} = \int_a^b z\varphi x\, dx$$

$$V_{n+2} = \int_a^b z\varphi x^2\, dx$$

$$n\, V_n = \int_a^b \frac{dz}{dx}\, \varphi x\, dx$$

$$n\, V_{n+1} = \int_a^b \frac{dz}{dx}\, \varphi x^2\, dx$$

$$n\, V_{n+2} = \int_a^b \frac{dz}{dx}\, \varphi x^3\, dx$$

$$n(n-1)\, V_n = \int_a^b \frac{d^2z}{dx^2}\, \varphi x^2\, dx$$

$$n(n-1)\, V_{n+1} = \int_a^b \frac{d^2z}{dx^2}\, \varphi x^3\, dx$$

$$n(n-1)\, V_{n+2} = \int_a^b \frac{d^2z}{dx^2}\, \varphi x^4\, dx$$

Werden diese Werthe in der Gleichung (α) eingeführt, so nimmt diese die folgende Form an:

(γ) $$0 = \int_a^b \varphi\, dx \left\{ Mz + N\frac{dz}{dx} + P\frac{d^2z}{dx^2} \right\}$$

Die Bedeutung der Grössen M, N und P ist dabei die folgende:

$$M = 2 - [4(1+k_1^2)+4g^2]x + 6k_1^2 x^2$$

$$N = 10x - 12(1+k_1^2)x^2 + 14k_1^2 x^3$$

$$P = 4x^2 - 4(1+k_1^2)x^3 + 4k_1^2 x^4$$

Nun findet man leicht

$$\int_a^b \frac{dz}{dx}\varphi N dx = \Big/_a^b z\varphi N - \int_a^b zN\frac{d\varphi}{dx}dx - \int_a^b z\varphi\frac{dN}{dx}dx$$

$$\int_a^b \frac{d^2z}{dx^2}\varphi P dx = \Big/_a^b \left\{\frac{dz}{dx}P\varphi - z\left(\varphi\frac{dP}{dx} + P\frac{d\varphi}{dx}\right)\right\}$$

$$+ 2\int_a^b z\frac{d\varphi}{dx}\frac{dP}{dx}dx + \int_a^b z\left\{\varphi\frac{d^2P}{dx^2} + P\frac{d^2\varphi}{dx^2}\right\}dx$$

Führt man diese Ergebnisse in der Gleichung (γ) ein, so wird sie

$$0 = \int_a^b z\left\{\left(M - \frac{dN}{dx} + \frac{d^2P}{dx^2}\right)\varphi - \left(N - 2\frac{dP}{dx}\right)\frac{d\varphi}{dx} + P\frac{d^2\varphi}{dx^2}\right\}dx$$

$$+ \Big/_a^b \left\{\left(N - \frac{dP}{dx}\right)\varphi - P\frac{d\varphi}{dx}\right\}z + \Big/_a^b P\varphi\frac{dz}{dx}$$

Man genügt dieser Gleichung, wenn φ und die Integrationsgränzen so bestimmt werden, dass

$$(\delta)\quad \begin{cases} 0 = \left(M - \frac{dN}{dx} + \frac{d^2P}{dx}\right)\varphi - \left(N - 2\frac{dP}{dx}\right)\frac{d\varphi}{dx} + P\frac{d^2\varphi}{dx^2} \\ 0 = \Big/_a^b \left\{\left(N - \frac{dP}{dx}\right)\varphi - P\frac{d\varphi}{dx}\right\}z \\ 0 = \Big/_a^b P\varphi\frac{dz}{dx} \end{cases}$$

Die erste dieser Gleichungen giebt uns hierauf, wenn die Werthe für M, N und P in derselben substituirt werden,

$$0 = (-2(1+k_1^2)+6k_1^2 x-2g^2)\varphi + 3(1-2(1+k_1^2)x+3k_1^2 x^2)\frac{d\varphi}{dx}$$

$$+ 2(x-(1+k_1^2)x^2+k_1^2 x^3)\frac{d^2\varphi}{dx^2}$$

Diese Differentialgleichung zweiter Ordnung stimmt mit der im vorhergehenden Paragraphen betrachteten überein, wenn wir R mit $x-(1+k_1^2)x^2+k_1^2 x^3$, oder $x(1-x)(1-k_1^2 x)$ identificiren. Führen wir wieder den Werth von g ein, so erhalten wir also

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{x(1-x)(1-k_1^2 x)}}\left\{ C e^{\sqrt{-1}\, i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\int\frac{dx}{\sqrt{x(1-x)(1-k_1^2 x)}}} + C' e^{-\sqrt{-1}\, i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)\int\frac{dx}{\sqrt{x(1-x)(1-k_1^2 x)}}}\right\}$$

Wir vereinfachen diesen Ausdruck erheblich, wenn wir für x die elliptische Function

$$(\sin am\, u_1)^2 \text{ mod. } k_1$$

einführen; es wird alsdann

$$\varphi = \frac{1}{\sin amu_1 \cos amu_1 \,\Delta\, amu_1}\left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)u_1} + C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)u_1}\right\}$$

wobei constante Factoren mit den willkührlichen Constanten vereinigt wurden.

Da nun

$$dx = 2\sin amu_1 \cos amu_1 \,\Delta\, amu_1\, du_1$$

so giebt die Gleichung (β)

$$V_n = \int_a^b \sin amu_1^{2n}\left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)u_1} + C' e^{-\sqrt{-1}\, 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)u_1}\right\} du_1$$

Die Integrationsgränzen bestimmen wir hierauf mit Hülfe der zwei letzten von den Gleichungen (δ). Wenn wir in denselben auch $\sin amu_1^2$ statt x einführen, so geben sie, in Erwägung, dass

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{d\varphi}{du_1} \cdot \frac{du_1}{dx} = \frac{1}{2 \sin amu_1 \cos amu_1 \Delta amu_1} \left\{ - \frac{1}{\sin amu_1^2} + \frac{1}{\cos amu_1^2} + \frac{k_1^2}{\Delta amu_1^2} \right\}$$

$$\times \left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} + C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} \right\}$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right)}{(\sin amu_1 \cos amu_1 \Delta amu_1)^2} \left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} - C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} \right\}$$

$$N - \frac{dP}{dx} = 2 \sin amu_1^2 - 2 k_1^2 \sin amu_1^6$$

$$= 2 (\sin amu_1 \Delta amu_1)^2 + 2 k_1^2 \sin amu_1^4 \cos amu_1^2$$

$$P = 4 \sin amu_1^4 \cos amu_1^2 \Delta amu_1^2$$

$$z = \sin amu_1^{2n}$$

$$\frac{dz}{dx} = n \sin amu_1^{2n-2},$$

zu den folgenden Gleichungen Veranlassung:

$$(\varepsilon) \left\{ \begin{aligned} 0 &= 4 \sin amu_1^{2n+1} \cos amu_1 \Delta amu_1 \left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} + C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} \right\} \\ &\quad - 2 \sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K}\right) \sin amu_1^{2n+2} \left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} - C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} \right\} \\ 0 &= 4n \sin amu^{2n+1} \cos amu_1 \Delta amu_1 \left\{ C e^{\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} + C_1 e^{-\sqrt{-1}\, 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1} \right\} \end{aligned} \right.$$

Das vollständige Integral der Gleichung (α) muss zwei willkührliche Constanten enthalten, und hat die Form

$$V_n = C' \int_a^b \varphi x^n \, dx + C'' \int_{a_1}^{b_1} \varphi x^n \, dx$$

Führen wir aber den gefundenen Werth für φ unter den Integralzeichen ein, so wird jedes Glied zwei unbestimmte Grössen enthalten. Da dies zu viel ist, so können wir eine Bedingungsgleichung zwischen diesen Grössen in jedem Gliede etabliren und diese so wählen,

dass die Bestimmung der Integrationsgränzen möglichst einfach wird. Wir stellen demnach einmal die Bedingung auf

$$C_1 = C;$$

alsdann wird den Gleichungen (ε) von den Werthen $u_1 = 0$ und $u_1 = K_1$ genügt. Hierauf lassen wir die Bedingung

$$C_1 = C e^{-2i\pi \frac{K_1'}{K_1}}$$

in Kraft treten und finden dann als Werthe, die den Gleichungen (ε) genügen, $u_1 = 0$ und $u_1 = K_1 + \sqrt{-1}\, K_1'$.

Das Integral der Gleichung (α) ist daher

$$V_n = C' \int_0^{K_1} (\sin am u_1)^{2n} \cos 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1\, du_1 + C'' \int_0^{K_1+\sqrt{-1}\,K_1'} (\sin am u_1)^{2n} \cos 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) (u_1 - \sqrt{-1}\, K_1')\, du$$

Es liegt uns nun ob, die willkührlichen Constanten dieser Gleichung so zu bestimmen, dass V_n identisch mit $G_{2i}^{(2n)}$ wird. Hierzu gebrauchen wir die Ausdrücke für $G_{2i}^{(2n)}$ bei zwei speciellen Voraussetzungen über n. Wir wählen einmal $n = 1$ und darauf $n = 2$, wobei die folgenden Ausdrücke leicht gefunden werden,

$$G_{2i}^{(2)} = -2i \frac{q^i}{1-q^{2i}} X_{2i}^{(2)}(k_1)$$

$$G_{2i}^{(4)} = -2i \frac{q^i}{1-q^{2i}} X_{2i}^{(4)}(k_1)$$

Da nun aber

$$\frac{2}{K_1} \int_0^{K_1} (\sin am u_1)^{2n} \cos 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1\, du_1 = -8i \frac{q^{2i}}{1-q^{4i}} X_{2i}^{(2n)}(k_1)$$

so erhellt, dass wir annehmen müssen

$$C'' = 0$$

$$C' = \tfrac{1}{2} \frac{1+q^{2i}}{q^i} \frac{1}{K_1}$$

wodurch man erhält

$$G_{2i}^{(2n)} = \tfrac{1}{2} \frac{1+q^{2i}}{q^i} \frac{1}{K_1} \int_0^{K_1} \sin am u_1^{2n} \cos 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1\, du_1$$

oder

$$\Gamma_{2i}^{(2n)} = \tfrac{1}{2}(-k_1)^n \frac{1+q^{2i}}{q^i} \frac{1}{K_1}\int_0^{K_1} \sin amu_1^{2n} \cos 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1\, du_1$$

§ 32.

Mit Hülfe des zuletzt angeführten Ausdruckes lässt sich eine vortheilhafte Methode zur Berechnung einzelner Coefficienten Γ ableiten, die im Wesentlichen auf einer successiven Verkleinerung des Moduls beruht. Wir unterscheiden daher die zu den verschiedenen Moduli gehörigen Γ-Coefficienten, indem wir jene innerhalb Klammern angeben.

Erinnern wir uns, dass in einer früher gebrauchten Bezeichnungsweise

$$\sin amu_1^{2n} = A_0^{(n)} - A_1^{(n)} \cos 2\,amu_1 + \cdots$$

$$= (-1)^n \left\{A_n^{(n)} \cos 2n\,amu_1 - A_{n-1}^{(n)} \cos(2n-2)\,amu_1 + \cdots\right\}$$

sowie dass

$$\Gamma_{2i}^{(2n)}(k_1) = \frac{1}{K_1}\int_0^{K_1} \cos 2n\,amu_1 \cos 2i\left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1\, du_1$$

so erlangen wir sofort eine Gleichung, die wir folgendermaassen stellen können:

$$(1)\qquad 2\Gamma_{2i}^{(2n)}(k) = \left(\frac{k_1}{4q}\right)^i (1+q^{2i})\, k_1^{n-i} \left\{4^i A_n^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2n)}(k_1) - 4^i A_{n-1}^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2n-2)}(k_1) + \cdots\right\}$$

Vermittelst dieser Gleichung ist die Berechnung der zu Modul k gehörigen Coefficienten auf die Ermittelung von solchen, die zu Modul k_1 gehören, zurückgeführt. In derselben Weise können wir leicht weiter gehen und die $\Gamma(k_1)$ durch Functionen $\Gamma(k_2)$ ausdrücken, u. s. w. Werden schliesslich alle die somit erlangten Resultate in der Gl. (1) substituirt, so erlangt man einen Ausdruck für $\Gamma(k)$, in welchem die Γ-Coefficienten von einem beliebig kleinen Modul und also auch von dem Modul o abhängen können. Bei der Ausführung dieser Operationen begegnet uns indessen eine Schwierigkeit, die wir zunächst beseitigen müssen. In den Gliedern nämlich, bei welchen der obere Index der Γ-Coefficienten kleiner als der untere ist, treten Factoren auf, die bei verschwindendem Modul in einer unbestimmten Form erscheinen. Ein einfaches Mittel diese Unbequemlichkeit zu vermeiden besteht darin, dass wir in allen Gliedern, wo der obere Index bei den Γ-Coefficienten nicht grösser als der untere ist, eine neue Art von Grössen einführen, deren Bedeutung wir durch die nachstehende Gleichung feststellen:

$$(2)\qquad \Gamma_{2i}^{(2n)}(k) = (1+q^{2i})\, q^{i-n}\, T_i^{(n)}(k_1)\quad.$$

Aus dieser folgt zunächst

$$\Gamma_{2i}^{(2n)}(k_1) = (1+q^{4i})\, q^{2(i-n)}\, T_i^{(n)}(k_2)$$

u. s. w.

Hiernach ergiebt sich aus der Gleichung (1) der folgende Ausdruck:

$$(3)\quad 2\Gamma_{2i}^{(2n)}(k) = (-1)^{n-i}\left(\frac{k_1}{4q}\right)^i (1+q^{2i})\, k_1^{\,n-i} \begin{Bmatrix} (1+q^{4i})\left\{4^i A_i^{(n)} T_i^{(i)}(k_2) - q^2 4^i A_{i-1}^{(n)} T_i^{(i-1)}(k_2) + \cdots\right\} \\ -4^i A_{i+1}^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2i+2)}(k_1) + 4^i A_{i+2}^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2i+4)}(k_1) - \cdots \end{Bmatrix}$$

und ebenso ist auch

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)}(k_1) = (-1)^{n-i}\left(\frac{k_2}{4q^2}\right)^i (1+q^{4i})\, k_2^{\,n-i} \begin{Bmatrix} (1+q^{8i})\left\{4^i A_i^{(n)} T_i^{(i)}(k_3) - q^4 4^i A_{i-1}^{(n)} T_i^{(i-1)}(k_3) + \cdots\right\} \\ -4^i A_{i+1}^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2i+2)}(k_2) + 4^i A_{i+2}^{(n)} \Gamma_{2i}^{(2i+4)}(k_2) - \cdots \end{Bmatrix}$$

u. s. w.

Zwischen den zu verschiedenen Moduli gehörigen T-Coefficienten existiren nun, wie man leicht findet, folgende Relationen:

$$2T_i^{(\nu)}(k_1) = (1+q^{4i})\left(\frac{k_1}{4q}\right)^\nu \left\{4^\nu A_\nu^{(\nu)} T_i^{(\nu)}(k_2) - q^2 4^\nu A_{\nu-1}^{(\nu)} T_i^{(\nu-1)}(k_2) + \cdots\right\}$$

$$2T_i^{(\nu)}(k_2) = (1+q^{8i})\left(\frac{k_2}{4q^2}\right)^\nu \left\{4^\nu A_\nu^{(\nu)} T_i^{(\nu)}(k_3) - q^4 4^\nu A_{\nu-1}^{(\nu)} T_i^{(\nu-1)}(k_3) + \cdots\right\}$$

u. s. w.

Die Gleichung (3) giebt uns somit

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)}(k) = (-1)^{n-i}\left(\frac{k_1}{4q}\right)^i \left(\frac{k_2}{4q^2}\right)^i (1+q^{2i})(1+q^{4i})\, k_1^{\,n-i}$$

$$\times \begin{Bmatrix} (1+q^{8i})\left\{4^i Q_i^{(n)}(k_2)\, T_i^{(i)}(k_3) - 4^i q^2 \left(\frac{4q^2}{k_2}\right) Q_{i-1}^{(n)}(k_2)\, T_i^{(i-1)}(k_3) + \cdots\right\} \\ -4^i \frac{k_2}{4} Q_{i+1}^{(n)}(k_2)\, \Gamma_{2i}^{(2i+2)}(k_2) + 4^i \frac{k_2^2}{4^2} Q_{i+2}^{(n)}(k_2)\, \Gamma_{2i}^{(2i+4)}(k_2) - \cdots \end{Bmatrix}$$

wobei wir der Kürze wegen bezeichnet haben:

$$Q_\nu^{(n)}(k_2) = \left\{A_\nu^{(n)} A_\nu^{(\nu)} + A_{\nu+1}^{(n)} A_\nu^{(\nu+1)} k_2 + A_{n+2}^{(n)} A_\nu^{(\nu+2)} k_2^2 + \cdots\right\} \frac{4^\nu}{2}$$

oder

$$4^i\, Q_\nu^{(n)}(k_2) = \frac{2n(2n-1)\ldots(\nu+n+1)}{1.2.3\ldots(n-\nu)\, 2^{2n-2i-1}} \left\{ 1 + \frac{2\nu+2}{1} \frac{n-\nu}{n+\nu+1} \frac{k_2}{4} + \frac{(2\nu+4)(2\nu+3)}{1.2} \frac{(n-\nu)(n-\nu-1)}{(n+\nu+1)(n+\nu+2)} \left(\frac{k_2}{4}\right)^2 + \cdots \right\}$$

In derselben Weise können wir weiter gehen, indem wir nach und nach folgende Grössen einführen:

$$4^i\, Q_\nu^{(n)}(k_3) = \left\{ Q_\nu^{(n)}(k_2)\, A_\nu^{(\nu)} + Q_{\nu+1}^{(n)}(k_2)\, A_\nu^{(\nu+1)} \frac{k_2 k_3}{4} + Q_{\nu+2}^{(n)}(k_2)\, A_\nu^{(\nu+2)} \left(\frac{k_2 k_3}{4}\right)^2 + \cdots \right\} \frac{4^i}{2}$$

$$4^i\, Q_\nu^{(n)}(k_4) = \left\{ Q_\nu^{(n)}(k_3)\, A_\nu^{(\nu)} + Q_{\nu+1}^{(n)}(k_2)\, A_\nu^{(\nu+1)} \frac{k_2 k_3 k_4}{4} + Q_{\nu+1}^{(n)}(k_3)\, A_\nu^{(\nu+2)} \left(\frac{k_2 k_3 k_4}{4}\right)^2 + \cdots \right\} \frac{4^i}{2}$$

u. s. w.

Durch die Fortsetzung solcher Operationen gelangt man bald zu Gränzwerthen, gegen welche die obigen Grössen convergiren; diese bezeichnen wir mit $Q_\nu^{(n)}$. Ebenso bezeichnen wir die T-Functionen, welche einem verschwindenden Modul entsprechen, mit $T_i^{(\nu)}$. Hiernach erhalten wir das Resultat folgendermaassen:

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)}(k) = (-1)^{n-i} \left\{ \frac{k_1}{4q} \cdot \frac{k^2}{4q^2} \cdot \frac{k^3}{4q^4} \cdots \right\}^i (1+q^{2i})(1+q^{4i})(1+q^{8i}) \cdots k_1^{\,n-i}$$

$$\times \left\{ \begin{array}{l} 4^i\, Q_i^{(n)}\, T_i^{(i)} \\ - q^2 \left(\frac{4q^2}{k_2} \cdot \frac{4q^4}{k_3} \cdots \right) 4^i\, Q_{i-1}^{(n)}\, T_i^{(i-1)} \\ + q^4 \left(\frac{4q^2}{k_2} \cdot \frac{4q^4}{k_3} \cdots \right)^2 4^i\, Q_{i-2}^{(n)}\, T_i^{(i-2)} \\ - \cdots\cdots \end{array} \right\}$$

Die in diesem Ausdrucke vorkommenden unendlichen Producte lassen sich in beträchtlich einfacherer Weise angeben. Es ist nämlich aus der Theorie der elliptischen Functionen bekannt, dass

$$\frac{k_1}{4q} \cdot \frac{k_2}{4q^2} \cdot \frac{k_3}{4q^4} \cdots = \frac{16\,q}{k^2} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^2$$

und folglich

$$\frac{4q^2}{k_2} \cdot \frac{4q^4}{k_3} \cdots = \frac{k_1^2}{16\,q^2} \left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^2$$

Da nun auch

$$(1+q^{2i})(1+q^{4i})(1+q^{8i}) \cdots = \frac{1}{1-q^{2i}},$$

so wird

$$2\Gamma^{(2n)}_{2i}(k) = (-k_1)^{n-i} \frac{4^{2i} q^i}{1-q^{2i}} \frac{1}{k^{2i}} \left(\frac{\pi}{2K}\right)^{2i} \left\{ \begin{aligned} & 4^i Q^{(n)}_i T^{(i)}_i - \frac{k_1^2}{4^2} \left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^2 4^i Q^{(n)}_{i-1} T^{(i-1)}_i \\ & + \frac{k_1^4}{4^4} \left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^4 4^i Q^{(n)}_{i-2} T^{(i-2)}_i - \cdots \end{aligned} \right\}$$

§ 33.

Es bleibt uns noch übrig, die Grössen $T_i^{(\nu)}$ zu bestimmen. Hierzu nehmen wir die folgende Gleichung, deren Richtigkeit aus der Definition von $T_i^{(\nu)}(k_1)$ einleuchtet, als Ausgangspunkt:

$$2T^{(\nu)}_i(k_1) = \frac{(-k_1)^\nu}{q^{2i-\nu}} \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \sin am \frac{2K_1}{\pi} x^{2\nu} \cos 2ix\, dx$$

$$= \frac{(-4)^\nu}{q^{2i-2\nu}} \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \sin x^{2\nu} \cos 2ix\, dx\; e^{4\nu\left\{\frac{1}{2}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x + \frac{1}{2}\frac{q^4}{1+q^4}\cos 4x + \cdots\right\}}$$

Denkt man sich nun den letzten Factor in der Weise entwickelt, dass

$$2T^{(\nu)}_i(k_1) = \frac{(-4)^\nu}{q^{2i-2\nu}} \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \sin x^{2\nu} \cos 2ix\, dx \left\{p_0 + 2\frac{2\nu}{1} p_1 q^2 \cos 2x + 2\frac{(2\nu)^2}{1.2} p_2 q^4 \cos 4x + \cdots\right\}$$

so erlangt man, da $i > \nu$ angenommen werden muss,

$$2T^{(\nu)}_i(k_1) = \frac{(2\nu)^{i-\nu}}{1.2.3\ldots(i-\nu)} p_{i-\nu} - \cdots$$

wobei die folgenden Glieder q^2, q^4 u. s. w. als Factoren erhalten und desshalb verschwinden, wenn der Modul gleich Null gesetzt wird.

Zur Erlangung der Coefficienten p wenden wir die im § 14 mitgetheilte Entwicklungsmethode an. Setzen wir also, um uns den dort gebrauchten Bezeichnungen anzuschliessen,

$$g = 2\nu$$

$$\varkappa_2 = \frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}; \qquad \eta_2 = 2\nu\, r_1 q^2$$

$$\varkappa_4 = \frac{1}{2}\frac{q^4}{1+q^4}; \qquad \eta_4 = (2\nu)^2 r_2 q^4$$

u. s. w. u. s. w.

$$\varkappa_1 = \varkappa_3 = \cdots = \eta_1 = \eta_3 = \cdots = 0,$$

so erlangen wir für die r folgende Recursionsgleichungen:

$$r_1 = \frac{1}{1+q^2}$$

$$2(2\nu)\, r_2 = \frac{1}{1+q^4} + \frac{2\nu}{1+q^2} r_1$$

$$3(2\nu)^2 r_3 = \frac{1}{1+q^6} + \frac{2\nu}{1+q^4} r_1 + \frac{(2\nu)^2}{1+q^2} r_2$$

Lassen wir in diesen Gleichungen q überall verschwinden, so erhalten wir leicht einen independenten Ausdruck für r_μ, nämlich:

$$r_\mu = \frac{1}{1.2.3\ldots\mu}\left(1+\frac{1}{2\nu}\right)\left(1+\frac{2}{2\nu}\right)\left(1+\frac{3}{2\nu}\right)\cdots\left(1+\frac{\mu-1}{2\nu}\right)$$

$$= \frac{(2\nu+1)(2\nu+2)\ldots(2\nu+\mu-1)}{1.2.3\ldots\mu\,(2\nu)^{\mu-1}}$$

Wird aber q als verschwindend klein angenommen, so können wir auch die im § 14 mit K bezeichneten Coefficienten mit den η identificiren, in Folge dessen wir das folgende Resultat erhalten:

$$p_{i-\nu} = \frac{(2\nu+1)(2\nu+2)\ldots(\nu+i-1)}{(2\nu)^{i-\nu-1}}$$

wonach

$$2T_i^{(\nu)} = \frac{2\nu(2\nu+1)(2\nu+2)\ldots(\nu+i-1)}{1.2.3\ldots(i-\nu)}$$

Nach dieser Formel erhält man:

$$2T_i^{(i)} = 1$$

$$2T_i^{(i-1)} = \frac{2i-2}{1}$$

$$2T_i^{(i-2)} = \frac{(2i-4)(2i-3)}{1.2}$$

$$2T_i^{(i-3)} = \frac{(2i-6)(2i-5)(2i-4)}{1.2.3}$$

u. s. w.

§ 34.

Wenn einer der Indices n oder i einen sehr grossen Werth annimmt, so wird die im vorigen Paragraphen vorgetragene Entwicklungsmethode auf verhältnissmässig mühsame

Rechnungen führen. In solchen Fällen lassen sich aber Näherungsformeln für die Γ angeben, die ein desto leichter erreichbares Resultat gewähren, je grösser diese Indices sind. Ich werde jetzt solche Formeln aufsuchen, und dabei zunächst annehmen, dass der Index n eine sehr grosse Zahl bedeutet, dass aber der Index i dabei einen mässigen Werth hat.

Die Gleichung

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)} = \frac{1+q^{2i}}{q^i} \frac{(-k_1)^n}{K_1} \int_0^{K_1} \sin am u_1^{2n} \cos 2i \left(\frac{\pi}{2K_1}\right) u_1 \, du_1$$

dient uns auch jetzt als Ausgangspunkt. Setzen wir in derselben $\frac{\pi}{2K_1} u_1 = x$, und berücksichtigen wir, die Gleichung

$$(\alpha) \qquad \left\{\sin am \frac{2K_1}{\pi} x\right\}^{2n} = \left(\frac{4q}{k_1}\right)^n \sin x^{2n} \, e^{4n\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x + \frac{1}{2}\frac{q^4}{1+q^4}\cos 4x + \cdots\right\}},$$

so erhalten wir

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)} = (-1)^n \left(\frac{4q}{k_1}\right)^n (1+q^{2i}) \frac{k_1^n}{q^i} \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \sin x^{2n} \cos 2ix \, e^{4n\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x + \cdots\right\}} dx,$$

und führen wir ferner $\frac{\pi}{2} - x$ statt x in dieser Gleichung ein, so wird

$$(\beta) \qquad 2\Gamma_{2i}^{(2n)} = (-1)^{n-i} \left(\frac{4q}{k_1}\right)^n \frac{1+q^{2i}}{q^i} k_1^n \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \cos x^{2n} \cos 2ix \, e^{-4n\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x - \cdots\right\}} dx$$

Wenn nun q kleiner als die Einheit ist, so wird die Exponentialgrösse unter den Integralzeichen einen gewissen endlichen Werth erhalten, sobald x die obere Gränze $\frac{\pi}{2}$ erreicht. Zu gleicher Zeit aber wird $\cos x$ verschwinden und somit auch das Product

$$\cos x \, e^{-2\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x - \cdots\right\}}$$

Dieses Product wird aber auch in der Nähe der Gränze $\frac{\pi}{2}$ sehr klein sein, und somit werden die Elemente des Integrals daselbst, wenn n sehr gross ist, ohne merklichen Einfluss auf seinen Werth sein. Wir können daher für die obere Gränze statt $\frac{\pi}{2}$ eine etwas kleinere Zahl substituiren.

Erwägen wir nun, dass

$$\cos x = e^{\log \cos x},$$

so dürfen wir unter den obigen Annahmen uns des folgenden Ausdruckes bedienen:

$$\cos x = e^{-\left\{\frac{1}{2}\frac{T_1}{1}x^2 + \frac{1}{4}\frac{T_3}{1.2.3}x^4 + \frac{1}{6}\frac{T_5}{1.2.3.4.5}x^6 + \cdots\right\}}$$

wo T_1, T_3 u. s. w. die sogenannten Tangentencoefficienten bezeichnen, nämlich $T_1 = 1$, $T_3 = 2$, $T_5 = 16$, $T_7 = 272$ u. s. w.

Den Ausdruck

$$-2\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2}\cos 2x - \frac{1}{2}\frac{q^4}{1+q^4}\cos 4x + \cdots\right\}$$

müssen wir auch nach den Potenzen von x entwickeln. Stellen wir diese Entwicklung folgendermaassen dar:

$$-\alpha_0 + \alpha_1 x^2 - \alpha_2 x^4 + \cdots,$$

so haben die Coefficienten die nachstehende Zusammensetzung:

$$\alpha_0 = 2\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2} - \frac{1}{2}\frac{q^4}{1+q^4} + \frac{1}{3}\frac{q^6}{1+q^6} - \cdots\right\}$$

$$\alpha_1 = \frac{2}{1.2}\left\{\frac{1}{1}\frac{2^2 q^2}{1+q^2} - \frac{1}{2}\frac{4^2 q^4}{1+q^4} + \frac{1}{3}\frac{6^2 q^6}{1+q^6} - \cdots\right\}$$

$$\alpha_2 = \frac{2}{1.2.3.4}\left\{\frac{1}{1}\frac{2^4 q^2}{1+q^2} - \frac{1}{2}\frac{4^4 q^4}{1+q^4} + \frac{1}{3}\frac{6^4 q^6}{1+q^6} - \cdots\right\}$$

u. s. w.

Setzen wir überdies

$$\beta_1 = 2\left\{\frac{1}{2}\frac{T_1}{1} - \alpha_1\right\}$$

$$\beta_2 = 2\left\{\frac{1}{4}\frac{T_3}{1.2.3} + \alpha_2\right\}$$

u. s. w.,

so erhalten wir aus der Formel (β), wenn wir mit ω eine Grösse bezeichnen, die sehr wenig kleiner als $\frac{\pi}{2}$ ist,

$$(\gamma) \qquad 2\Gamma_{2i}^{(2n)} = (-1)^{n-i} \frac{1+q^{2i}}{q^i} k_1^n \left(\frac{4q}{k_1}\right)^n e^{-2n\alpha_0} \frac{2}{\pi} \int_0^\omega \cos 2ix\, e^{-n\beta_1 x^2 - n\beta_2 x^4 - \cdots} dx$$

Bevor wir diesen Ausdruck weiter entwickeln, wollen wir den Werth von $e^{-2\alpha_0}$ ebenso wie den von β_1 etwas näher untersuchen. Setzen wir zu diesem Zwecke in der Gleichung (α) $x = \frac{\pi}{2}$, so gewinnen wir sogleich

$$e^{-4\left\{\frac{1}{1}\frac{q^2}{1+q^2} - \cdots\right\}} = e^{-2\alpha_0} = \frac{k_1}{4q}$$

Es ist also

$$\frac{4q}{k_1} e^{-2\alpha_0} = 1$$

Ferner finden wir sehr leicht für β_1

$$\beta_1 = 1 - \frac{8q^2}{1+q^2} + \frac{16q^4}{1+q^4} - \cdots$$

Nun ist aber

$$1 + \frac{8q}{1-q} + \frac{16q^2}{1+q^2} + \cdots$$

$$= \left\{\frac{(1-q^2)(1-q^4)(1-q^6)\ldots}{(1-q)(1-q^3)(1-q^5)\ldots}\right\}^4 \left\{\frac{(1+q)(1+q^3)(1+q^5)\ldots}{(1+q^2)(1+q^4)(1+q^6)\ldots}\right\}^4$$

Setzt man in dieser Formel $-q^2$ statt q, so ergiebt sich

$$\beta_1 = \left\{\frac{(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})\ldots}{(1+q^2)(1+q^6)(1+q^{10})\ldots}\right\}^4 \left\{\frac{(1-q^2)(1-q^6)(1-q^{10})\ldots}{(1+q^4)(1+q^8)(1+q^{12})\ldots}\right\}^4,$$

was mit dem folgenden Ausdrucke übereinstimmt:

$$\beta_1 = \sqrt{1-k_1^2}\,\sqrt{1-k_2^2}\,\sqrt{1-k_3^2}\,\ldots$$

Wir gehen wieder zu der Entwicklung des Ansdruckes (γ). Daselbst setzen wir

$$n\beta_1 x^2 = z^2$$

und erhalten alsdann

$$(\delta) \qquad 2\Gamma_{2i}^{(2n)} = (-1)^{n-i}\,\frac{1+q^{2i}}{q^i}\,k_1^n\,\frac{2}{\pi\sqrt{n\beta_1}}\int_0^{\omega\sqrt{n\beta_1}}\cos\frac{2iz}{\sqrt{n\beta_1}}\,e^{-z^2-\frac{1}{n}\frac{\beta_2}{\beta_1^2}z^4-\frac{1}{n^2}\frac{\beta_3}{\beta_1^3}z^6-\cdots}\,dx$$

$$= (-1)^{n-i}\,\frac{1+q^{2i}}{q^i}\,k_1^n\,\frac{2}{\pi\sqrt{n\beta_1}}\int_0^{\omega\sqrt{n\beta_1}}\cos\frac{2iz}{\sqrt{n\beta_1}}\,e^{-z^2}\,dz\left\{1-\frac{1}{n}\frac{\beta_2}{\beta_1^2}z^4\right.$$

$$\left.-\frac{1}{n^2}\left(\frac{\beta_3}{\beta_1^3}z^6-\frac{1}{2}\frac{\beta_2^2}{\beta_1^4}z^8\right)-\cdots\right\}$$

Wenn nun n eine sehr grosse Zahl bedeutet, so werden bloss wenige Glieder dieses Ausdruckes merklich und bei diesen können wir die obere Integrationsgränze $\omega\sqrt{n\beta_1}$ mit ∞ vertauschen. Die Integration geschieht alsdann nach der Formel

$$\int_0^\infty z^{2\nu}e^{-z^2}\cos 2sz\,dz = (-1)^\nu\frac{\sqrt{\pi}}{2}\,s^{2\nu}e^{-s^2}\left\{1-\frac{2\nu(2\nu-1)}{1}\left(\frac{1}{2s}\right)^2+\frac{2\nu(2\nu-1)(2\nu-2)(2\nu-3)}{1.2}\left(\frac{1}{2s}\right)^4-\cdots\right\}^{*)}$$

Mit Hülfe dieser Formel erlangen wir aus der Gleichung (δ)

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)} = (-1)^{n-i}\,\frac{1+q^{2i}}{q^i}\,k_1^n\,\frac{e^{-\frac{i^2}{n\beta_1}}}{\sqrt{\pi n\beta_1}}\left\{\begin{array}{l} 1-\frac{1}{n}\frac{\beta_2}{\beta_1^2}\left(\frac{3}{4}-3\frac{i^2}{n\beta_1}+\frac{i^4}{(n\beta_1)^2}\right) \\ +\frac{1}{n^2}\left\{\frac{\beta_3}{\beta_1^3}\left(\frac{15}{8}-\frac{45}{4}\frac{i^2}{n\beta_1}+\frac{15}{2}\frac{i^4}{(n\beta_1)^2}-\frac{i^6}{(n\beta_1)^3}\right)\right. \\ \left.-\frac{1}{2}\frac{\beta_2^2}{\beta_1^4}\left(\frac{105}{16}-\frac{105}{2}\frac{i^2}{n\beta_1}+\frac{105}{2}\frac{i^4}{(n\beta_1)^2}-14\frac{i^6}{(n\beta_1)^3}+\frac{i^8}{(n\beta_1)^4}\right)\right\} \\ -\cdots\cdots \end{array}\right\}$$

§ 35.

Nehmen wir nun an, dass i sehr gross im Vergleich zu n ist. In diesem Falle erhalten wir aus der Gleichung

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)} = -2.2i\,\frac{q^i}{1-q^i}\,(-k_1)^n\,X_{2i}^{(2n)}(k_1),$$

*) Cauchy, Exercices de mathematiques I, pag. 65.

wo $X_{2i}^{(2n)}$ dieselbe Bedeutung hat wie im §.1, einen für numerische Rechnungen vortheilhaften Ausdruck. Die erste der Gleichungen (3) im § 7 giebt uns nämlich

$$X_{2i}^{(2n)}(k_1) = -(-1)^n (2i)^{2n-2} \left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^{2n} \left\{ S_{n-1}^{(2n)} - \frac{\left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^2}{(2i)^2} S_{n-2}^{(2n)} + \cdots \right\}$$

Erinnern wir uns ferner der Ausdrücke für die S-Coefficienten, welche in dem § 9 gefunden wurden, so erlangen wir bald

$$2\Gamma_{2i}^{(2n)} = \frac{2(2i)^{2n-1}}{1.2.3(2n-1)} \frac{1}{k_1^n} \left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^{2n} \frac{q^i}{1-q^i} \left\{ 1 - \frac{1}{6} \frac{(2n-2)(2n-1)2n}{(2i)^2} \left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^2 (1+k_1^2) \right.$$

$$\left. + \frac{1}{720} \frac{(2n-4)(2n-3)(2n-2)(2n-1)2n}{(2i)^4} \left(\frac{2K_1}{\pi}\right)^4 \left[(10.2n+4)(1+k_1^4) + 4(5.2n-16)k_1^2\right] - \cdots \right\}$$

Dieser Ausdruck ist endlich, die späteren Glieder werden aber immer mehr und mehr verwickelt, wesshalb die Anwendung derselben nur dann vortheilhaft ist, wenn entweder i sehr gross im Verhältniss von n, oder wenn n überhaupt nicht grösser als 3 ist. Im ersteren Falle darf i^2 nicht kleiner als n^3 sein.

§ 36.

Vermittelst der Relationen

$$\gamma_n^{(i)} = \frac{i}{n} \Sigma_i^{(n)}$$

$$\sigma_n^{(i)} = \frac{i}{n} \Gamma_i^{(n)}$$

sind die γ und die σ bestimmt, wenn wir den Fall, wo $n = 0$, ausnehmen. Bei dieser Voraussetzung ist aber

$$\gamma_0^{(i)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2K} \Delta\, am u \cos i \frac{\pi}{2K} u\, du$$

Der Werth dieses Integrales ist Null, wenn i eine ungerade Zahl bedeutet; im entgegengesetzten Falle haben wir

$$\gamma_0^{(2i)} = 2 \frac{q^i}{1+q^{2i}}$$

Wird auch $i = 0$, so giebt diese Formel

$$\gamma_0^{(0)} = 1$$

wie es sich auch von selbst versteht. Ebenso leuchtet es unmittelbar ein, dass ohne Ausnahme

$$\sigma_0^{(i)} = 0$$

Für $n = 1$ und $n = 2$ findet man ferner die häufig zur Anwendung kommenden Werthe

$$\gamma_1^{(2i+1)} = 2\,\frac{2i+1}{k}\left(\frac{\pi}{2K}\right)\frac{\sqrt{q^{2i+1}}}{1-q^{2i+1}}$$

$$\sigma_1^{(2i+1)} = 2\,\frac{2i+1}{k}\left(\frac{\pi}{2K}\right)\frac{\sqrt{q^{2i+1}}}{1+q^{2i+1}}$$

$$\gamma_2^{(2i)} = \frac{8\,i^2}{k^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\frac{q^i}{1+q^{2i}}$$

$$\sigma_2^{(2i)} = \frac{8\,i^2}{k^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\frac{q^i}{1-q^{2i}}$$

Substituiren wir in einer der Gleichungen (I) § 28 die γ statt der Γ als gesuchte Grössen, so erhalten wir

$$0 = (n-1)(n-2)k_1\,\gamma_{n-2}^{(i)} + \left\{n^2\,(1+k_1^2) - i^2\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^2\right\}\gamma_n^{(i)} + (n+1)(n+2)\,k_1\,\gamma_{n+2}^{(i)}$$

Hier führen wir nach und nach folgende Bezeichnungen ein:

$$p_n = \frac{\gamma_n^{(i)}}{\gamma_{n-2}^{(i)}}; \quad p_{n+2} = \frac{\gamma_{n+2}^{(i)}}{\gamma_n^{(i)}};$$

die obige Gleichung wird alsdann

$$0 = (n-1)(n-2)k_1 + \left\{n^2(1+k_1^2) - i^2\left(\frac{\pi}{2K_1}\right)^2\right\}p_n + (n+1)(n+2)\,k_1\,p_n\,p_{n+2}$$

Ferner

$$p_n = - F_n \gamma_n$$

$$F_n = \frac{(n-1)(n-2) k_1}{n^2 (1+k_1^2) - i^2 \left(\frac{\pi}{2 K_1}\right)^2}$$

$$\lambda_n = \frac{(n-2)(n-1)^2 n k_1^2}{\left\{(n-2)^2 (1+k_1^2) - i^2 \left(\frac{\pi}{2 K_1}\right)^2\right\} \left\{n^2 (1+k_1^2) - i^2 \left(\frac{\pi}{2 K_1}\right)^2\right\}} = \frac{n(n-1)}{(n-3)(n-4)} F_n F_{n-2}$$

wir erhalten hiermit

$$1 = \gamma_n - \lambda_{n+2} \gamma_n \gamma_{n+2},$$

woraus endlich

$$\gamma_n = \cfrac{1}{1 - \cfrac{\lambda_{n+2}}{1 - \cfrac{\lambda_{n+4}}{1 - \cdots}}}$$

Wird n unendlich gross gesetzt, so finden sich die Gränzwerthe für λ und γ folgendermaassen:

$$\lambda_\infty = \frac{k_1^2}{(1+k_1^2)^2}$$

$$\gamma_\infty = 1 + k_1^2 \,.$$

Für γ_n erlangt man übrigens einen für grosse n gültigen assymptotischen Ausdruck, welcher mit dem in § 2 angegebenen zusammenfällt, wenn man k in k_1 und K in K_1 übergehen lässt.

Verbesserungen.

Pag. 10 Z. 11 v. u. steht k^2 lies k'^2
» » » 5 » » $X_0^{(n)}$ lies $X_0^{(2n)}$
» 12 » 2 » » $\lambda_{2n}\ \gamma_{2n+2}\ \gamma_{2n+2}$ lies $\lambda_{2n+2}\ \gamma_{2n}\ \gamma_{2n+2}$
» 14 Der Werth der Grösse f''_{2n} muss das Vorzeichen — erhalten
» 27 Z. 9 v. u. steht $S_0^{(0)} = 1$ lies $S_0^{(0)} = 0$
» 79 » 3 » » § 13 lies § 14
» 85 » 9 » » $Q_n(x)$ lies Q_n
» 88 » 1 u. 2 v. u. steht u_ν und u'_ν lies $u_\nu\sqrt{-1}$ und $u'_\nu\sqrt{-1}$
» 109 » 10 v. o. seht $(1+k_1)^2$ lies $(1+k_1^2)$

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, N° 11.

ÜBER

FOSSILE MEDUSEN.

VON

Dr. Alexander Brandt.

Mit 2 Tafeln.

Lu le 13. octobre 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Odessa: M. A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Février 1871. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Wass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Einleitung.

Fossile Medusen gehören bis jetzt bekanntlich noch zu den grössten Seltenheiten in den Museen; auch gehen die ältesten Nachrichten über dieselben nicht weit zurück. Der Name *Medusites* wurde freilich schon von Germar[1]) aufgestellt; doch waren darunter wurmförmige Massen gemeint, welche sehr bald darauf[2]) für Coprolithen angesprochen und mit dem vorläufigen Namen Lumbricaria belegt wurden. Etwas später sprach Klöden[3]) die Vermuthung aus, dass die Stylolithen vielleicht einer *Aequorea* oder *Beroë* ihren Ursprung verdankten, eine Vermuthung, die er freilich in der Folge[4]) selbst für werthlos und mangelhaft erklärte und die gegenwärtig nur noch von historischem Interesse ist.

Die ersten gedruckten Nachrichten über eine wirkliche fossile Meduse scheinen aus dem Jahre 1845 zu stammen, in welchem Frischmann auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Nürnberg eine solche vorzeigte. Beyrich beschrieb dieselbe ganz kurz und legte ihr den Namen Acalepha deperdita bei. Später erwähnte L. Agassiz[5]) wiederholentlich einer von ihm bereits im Jahre 1827 im Museum zu Carlsruhe gesehenen fossilen Meduse aus Solenhofen.

Im Jahre 1854 wurden durch das Königl. Geologische Museum zu Dresden von Dr. Popp aus Eichstädt, die Medusenabdrücke gekauft, welche im ersten Theile der gegenwärtigen Abhandlung näher besprochen werden sollen. Es war denselben eine Etiquette mit der Bezeichnung Acalepha deperdita Eichw. beigefügt. Unter diesem Namen führte daher der Director des Museums, Prof. Geinitz, die Medusenabdrücke in einem 1858 erschienenen Katalog der Sammlungen[6]) auf.

---

1) Germar in Keferstein. Geogn. Deutschland. IV. 1825. 108. 1^a, f. 9, 10.

2) A. Goldfuss. Petrefacta Germaniae. I. 1826—1833. p. 222.

3) K. F. Klöden. Beitr. zur mineralog. u. geogn. Kenntniss d. Mark Brandenburg 1tes Stück p. 55.

4) K. F. Klöden. Die Versteinerungen der Mark Brandenburg. Berlin 1834. 8. p. 301.

5) L. Agassiz. Contrib. to the natural hist. of the U. S. I. 1857. p. 24 u. 306. III. 1860. p. 125.

6) H. B. Geinitz. Das Königl. Mineralogische Museum in Dresden. 8. 1858. p. 28.

Nach einer mündlichen Mittheilung meines verehrten Lehrers und Freundes, Prof. Leuckart, fand Stepanow, gegenwärtig Prof. in Charkow, im Jahre 1863 auf Helgoland einen Medusenabdruck. Derselbe war, wie Stepanow mir schreibt, sehr wohl ausgeprägt, kam ihm aber leider abhanden. Ich theile diesen Fall hier mit, weil schon das Vorkommen von fossilen Medusen auf Helgoland an sich nicht ohne Interesse ist.

Eine genauere Beschreibung zweier fossilen Medusen lieferte E. Haeckel[1]) im Jahre 1865. Die eine davon war die Beyrich'sche Acalepha deperdita, (mit welcher sich übrigens später die von Agassiz erwähnte als specifisch identisch erwiesen hat).

Durch diese Publication wurde Kner[2]) veranlasst, einige Mittheilungen über eine kleine fossile Meduse zu machen, welche sich schon seit dem Jahre 1846 in seinem Besitz befand. Dieselbe ist in einem Fragment eines Feuersteines von 3—4‴ Dicke eingeschlossen und kann durch den Stein hindurch von beiden Seiten, der oralen und aboralen, aus gesehen werden. Randlappen, Muskelreifen der Subumbrella und Mundarme sind mehr oder weniger deutlich; auch glaubt Kner Randkörperchen zu sehen. Das Thier dürfte wohl in der Familie der Pelagiden seinen Platz finden und wurde einstweilen als *Medusites cretaceus* bezeichnet, da dasselbe aus der Kreideformation (von Niszniow in Galizien, Stanislawer Kreis) stammt.

Der citirte Aufsatz Haeckel's wirkte übrigens noch anderweitig anregend, indem er Prof. Geinitz veranlasste, die erwähnten Dresdener Medusenpetrefacte Haeckel zur Untersuchung zu überlassen.[3])

Quenstedt[4]) giebt folgende, offenbar aus eigener Anschauung geschöpfte Notiz: «In den Schiefern von Solenhofen finden sich zuweilen Abdrücke von zwei concentrischen Kreisen in sehr regelmässigem Umriss, dieselben werden von acht Strahlen, die sich viermal zu zwei gruppiren, durchsetzt. Man kann hierbei wohl nur an Quallen denken. Exemplare finden sich in der Herzogl. Leuchtenbergischen Sammlung..... Oftmals hängen von den Rändern der Scheibe zahlreiche Fäden herab, welche den Scheibendurchmesser 3—4 Mal an Länge übertreffen....»

Neuerdings fügte Haeckel[5]) zu den früher von ihm veröffentlichten Formen noch eine Reihe neuer hinzu, deren Originale im Palaeontologischen Museum zu München aufbewahrt werden und giebt eine allgemeine Zusammenstellung aller (12) bisher von ihm beschriebenen Formen. Zu den neu hinzugekommenen gehört unter anderen auch der Leptobrachites trigonobrachius, welchen der zweite Abschnitt meiner Abhandlung genauer bespricht.

---

1) E. Haeckel. Ueber fossile Medusen, Zeitschrift f. wiss. Zool. XV. p. 504. Tab. XXIX.

2) Rud. Kner. Notiz über eine Meduse im Feuerstein. Sitzungsber. der Wiener Akad. mathemat. naturwiss. Cl. Bd. LII. Abth. I. Jahrg. 1865. p. 480 nebst Taf.

3) E. Haeckel. Ueber zwei neue fossile Medusen aus der Familie der Rhizostomiden in dem Königl. mineralogischen Museum zu Dresden. Leonhard u. Geinitz. N. Jahrb. f. Mineralogie. 1866. p. 257. Taf. V. u. VI.

4) Quenstedt. Handb. der Petrefactenkunde 1867. p. 758.

5) E. Haeckel. Ueber die fossilen Medusen der Jura-Zeit. Zeitschr. f. w. Zool. XIX. (1869.) p. 538. Taf. XL. bis XLII.

Dies wären in Kürze die mir bekannt gewordenen früheren Publicationen über fossile Medusen. Was die gegenwärtigen Untersuchungen anbetrifft, so wurden sie durch meine soeben im Druck erschienene Arbeit über Rhizostoma Cuvieri[1]) angeregt. Ich sah mich nämlich veranlasst, für dieselbe auch die fossilen Rhizostomiden vergleichsweise zu berücksichtigen, wodurch wiederum der Wunsch rege wurde, letztere durch eigene Anschauung kennen zu lernen. Ein längerer Aufenthalt in Deutschland bot hierzu die passende Gelegenheit. Durch ein genaueres Studium der bezüglichen Platten glaube ich zu dem bereits Bekannten noch einige ergänzende und zum Theil wohl auch berichtigende Thatsachen hinzugefügt zu haben, welche ich hiermit der Öffentlichkeit übergebe.

Den Herren Directoren der Königlichen Museen zu Dresden und München, den Professoren Dr. Geinitz und Zittel fühle ich mich zu Dank verpflichtet für die grosse Liberalität und Zuvorkommenheit, mit welcher sie mir die ihrer Obhut befohlenen Unica zur Verfügung stellten. Auch Herrn Prof. Leuckart spreche ich meine Erkenntlichkeit für seine anregende Theilnahme, sowie die gütige Vermittelung bei der Übersendung der Objecte nach Leipzig aus.

A. Rhizostomites admirandus und lithographicus. Haeckel.

Die wohlerhaltenen Abdrücke der in Rede stehenden Medusen gehören unstreitig zu den schönsten palaeontologischen Objecten des Königl. Geologischen Museums in Dresden und stammen, wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, aus den lithographischen Schiefern der Juraformation von Eichstädt.

Es sind bekanntlich im Ganzen drei Platten, auf denen sich die werthvollen Medusenabdrücke befinden, nämlich eine grosse und zwei kleinere, welche beide letzteren jedoch zusammengehören und Abdruck und Gegenabdruck darstellen. Der längste Durchmesser der grossen Platte beträgt nicht weniger als 0,45 m., der des kleineren Plattenpaares hingegen nur je 0,2 m. Auf der grossen (Fig. I) befindet sich neben einem sehr beträchtlichen und wohl erhaltenen Abdruck noch ein kleinerer, weniger gut erhaltener, während das ganze kleinere Plattenpaar (Fig II) von nur einem Abdruck, resp. auch Gegenabdruck, in Anspruch genommen wird. Die beiden Abdrücke auf der grossen Platte und den auf dem kleineren Plattenpaare bezieht Haeckel auf zwei verschiedene Species, welche er mit den wohlgebildeten Namen Rhizostomites admirandus und Rh. lithographicus belegt. Der Bequemlichkeit halber soll auch in dem gegenwärtigen Aufsatze diese Bezeichnung bei-

1) A. Brandt. Ueber Rhizostoma Cuvieri Lmk., ein Beitrag zur Morphol. d. vielmünd. Medusen. Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. VIIme. Sér. T. XVI. Nr. 6. 1870.

behalten werden, wenn auch im Verlaufe der Untersuchung einige Zweifel in Bezug auf die Haltbarkeit beider Species auftauchen dürften. — Die Abdrücke von Rh. admirandus sind Relieffiguren; die von Rh. lithographicus bieten freilich ausser einer Relief- noch eine Concavfigur; doch soll, nach dem Vorgange von Haeckel, auch hier hauptsächlich nur die Reliefplatte berücksichtigt werden, und zwar nicht blos, weil sie einen besseren Vergleich mit der Platte von Rh. admirandus zulässt, sondern auch, weil sie die deutlichere ist. Die Beschreibung knüpft mithin stets an diese Platte an, auch ist nach ihr die beigefügte Figur II angefertigt.

Ehe wir uns der speciellen Beschreibung der Medusenreste zuwenden, erübrigt es noch vorher festzustellen, zu welcher Categorie fossiler Reste dieselben zu zählen sind. Die Consistenz der Medusenleiber lässt es freilich selbstverständlich erscheinen, dass von einer Erhaltung der Leiber als solche, oder von einer Imprägnirung derselben mit Kalk nicht die Rede sein kann, dass vielmehr nur Abdrücke davon erhalten sein können; doch tritt die speciellere Frage an uns heran, ob wir auch Abdrücke im engeren Sinne des Wortes oder Gegenabdrücke vor uns haben. Haeckel meinte, dass die Reliefplatten Gegenabdrücke, d. h. die Ausfüllungsmasse der Eindrücke darstellen, welche die Körper der Medusen bei ihrem Absterben in dem weichen feinen Schlamme hinterliessen, der später den Schiefer bildete. Es ist dies eine Auffassung, welche durch die vorliegende Nachuntersuchung nicht bestätigt werden konnte. Es erwies sich vielmehr, dass die Basreliefe einfache Abdrücke sind und die Ausfüllungsmasse der Schirmglocke selbst darstellen. Weiter unten soll noch wiederholentlich auf diese Frage recurrirt werden.

I. Speciellere Beschreibung und Deutung der Petrefacten.

Da die Abdrücke auf beiden lithographischen Platten (Fig. I. u. II) einander sehr ähnlich sehen und in ihren Einzelheiten sich gegenseitig ergänzen, so erscheint es wohl thunlich, beide gleichzeitig abzuhandeln.

Der erste Blick auf die Platten genügt, um sich vollkommen zu überzeugen, dass man es wirklich mit fossilen Medusen zu thun habe. Besonders maassgebend ist dabei die Randzone des Schirmes, welcher die Abdrücke hauptsächlich ihren Habitus verdanken. Es ist dies auch gleichzeitig derjenige Abschnitt, über dessen Deutung von Haus' aus keine Zweifel denkbar sind; wesshalb man die Beschreibung naturgemäss mit ihm beginnen kann.

1) Am besten ist die Randzone der Umbrella bei dem grossen Exemplar von Rh. admirandus erhalten und gewährt hier einen schönen Einblick in ihre Beschaffenheit, obgleich der grössere Theil davon weggebrochen ist. Die übriggebliebenen Theile bestehen aus einem noch nicht ganz ein Viertheil der Gesammtperipherie umfassenden Segmente (am unteren Ende der Zeichnung) und einem ganz kleinen Fragmente (am oberen Ende derselben). Ob die verlorengegangenen Abschnitte ebenso gut ausgeprägt waren, ist sehr fraglich; denn die Stelle o weist darauf hin, dass er wenigstens links zerrissen war. — Nach

aussen wird die Randzone von einem bogenförmigen, gezähnelten, stellenweise verbrochenen Contur begrenzt, während sie nach innen, also centralwärts, ohne strenge Grenze in die Nachbartheile übergeht. Ihr Niveau ist durchweg über das der Steinplatte erhaben, doch nicht überall das nämliche. Von der Peripherie aus steigt es in einer, unter sehr kleinem Winkel geneigten schiefen Ebene an (Fig. IV), erhebt sich zu einem niedrigen Ringwall und fällt darauf nach innen zu etwas steiler ab, um in einen tieferen, fast horizontalen Abschnitt (F′) überzugehen. Links und unten ist der Ringwall so gut wie nicht vorhanden, während er am obern Fragmente besonders scharf ausgeprägt ist, hier ganz plötzlich nach innen abfällt und von einer tiefen Furche (K) begrenzt wird. Die Randzone erscheint wie gebändert durch zahlreiche concentrische Furchen, welche meist schön ausgeprägt sind und durch ziemlich regelmässige Leistchen geschieden werden. Es ist klar, dass diese Beschaffenheit der Oberfläche von Muskelreifen der Subumbrella herrührt, welche auch bei den lebenden Medusen stark vorspringen. Gegen die Peripherie der Randzone nehmen die Furchen und Leisten an Schärfe ab, sind jedoch noch auf den basalen Theilen der Randlappen erkennbar. Im Allgemeinen weniger deutlich, ja stellenweise ganz verwischt, sind sie auf dem Ringwalle des unteren Schirmfragmentes. Nach innen vom Ringwalle erscheinen sie eine Strecke weit scharf ausgeprägt, verstreichen aber centralwärts allmählich, so dass die Randzone, wie schon bemerkt, ohne strenge Begrenzung in die auf sie folgende, von Haeckel als glatten Ring bezeichnete Zone (G) übergeht.

Der Saum (E) der Randzone, und mithin auch des ganzen Abdruckes, ist mit einer Summe von mehr oder weniger regelmässigen Auszackungen versehen, deren Begrenzungen sich als radiär verlaufende Furchen eine Strecke weit (bis an 0,025 m.) centralwärts verfolgen lassen. Bei schiefer Beleuchtung der Platte treten diese Auszackungen besonders deutlich hervor. Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, dass sie den Randlappen der Meduse entsprechen. Haeckel berechnete ihre Gesammtzahl im Umkreis des Schirmes auf 128, womit auch meine Berechnung vollkommen übereinstimmt. Ausserdem will Haeckel noch die Anzeichen von acht grossen Hauptlappen gefunden haben, welche durch vier radial und ebenso viele interradial gelegene Einziehungen des Schirmrandes begrenzt würden. Zwei dieser Einziehungen sollten noch erhalten sein; doch deucht mir an den entsprechenden Stellen der Schirmrand verbrochen, so namentlich rechts bei q, wo sich sogar die abgebrochenen Randlappen auf dem darunter liegenden Schirme des kleineren Exemplares nochmals abgedrückt haben.

Die Randzone des kleineren Exemplares von Rh. admirandus bietet im Wesentlichen gleichfalls die eben beschriebenen Verhältnisse dar; nur ist sie lange nicht so schön erhalten und namentlich am Aussenrande stark beschädigt. Aehnliches gilt auch für Rh. lithographicus. Zwar sind hier an zwei Drittheil vom Umkreise des Schirmes im Abdruck noch vorhanden, doch ist dafür der peripherische Saum der Randzone und mit ihm auch die Randlappen abgebrochen. Nur rechts unten (Fig. II, m) erscheint der Saum gleichsam gerade abgeschnitten; erweist sich jedoch beim näheren Zusehen als blos umgeschlagen. Dieses

wird durch die Abdrücke bewiesen, welche die umgeschlagenen Randlappen hinterliessen. (Dieselben zeigen eine Breite von 0,005 m.) Die ursprüngliche Breite der Randzone (bis zur Furche K gerechnet) möchte, wenn man die umgeschlagene Stelle der Berechnung zu Grunde legt, etwa 0,035 m. betragen haben. Haeckel hielt den Saum der Randzone von Rh. lithographicus für intact und vindicirte ihm daher nur eine Breite von 0,020 m. Dass der Rand wirklich bedeutend abgebrochen ist, lässt sich übrigens bereits durch Betrachtung seiner oberen Partie bei n constatiren, wo ihre concentrischen Furchen und Leisten hart an die Grenze der Steinplatte herantreten. An dieser Stelle lassen sich auch ungefähr ebenso viele concentrische Furchen und Leisten (an 40) zählen, wie an der Randzone des Rh. admirandus. Bringt man die Breite der am umgeschlagenen Rande bei m sichtbaren Randlappen in Anschlag, so dürfte sich die Gesammtzahl der Randläppchen im Umkreise des Schirmes, wie bei Rh. admirandus gleichfalls auf 128 gestellt haben (Haeckel nahm nur 112 an). — Die wallartige Erhebung der Randzone fällt ringsum nach innen ebenso steil ab und grenzt an eine ebenso scharfe Furche, wie beim kleineren Exemplar von Rh. admirandus und am oberen Fragmente des grösseren, ein Umstand, dem übrigens durchaus keine andere Bedeutung zuzumessen ist, als dass die Meduse etwas anders bei ihrer Einschlämmung gelegen hat. Die Furchen und Leisten auf der Randzone sind entschieden weniger scharf und regelmässig, als bei Rh. admirandus, und leicht gewellt. Ein Paar, freilich nur undeutliche Radiärfurchen auf der Randzone (R_1?, R_2?) könnten möglicherweise für Spuren von Radiärkanälen gehalten werden. Sie lassen sich bis zur Kreisfurche K verfolgen, welche letztere ihrer Lage nach ungefähr dem muthmasslichen Cirkelkanal entsprochen haben dürfte. — Der Umstand, dass die Randzone aller drei Petrefacten convex und nicht etwa concav gewölbt ist, gehört zu einem der entscheidensten Argumente für den Satz, dass unsere Petrefacten Abdrücke und nicht Gegenabdrücke sind.

2) Als eine fernere Zone unserer Petrefacten stellte Haeckel den sogen. glatten Ring (G) auf. Derselbe liegt freilich nicht immer nach innen von der Randzone, sondern geht auch zum Theil über sie hinweg. Sein Niveau erhebt sich im allgemeinen über das der unmittelbar angrenzenden Partieen, doch liegt es bedeutend tiefer, als der Wall der Randzone. Im Einzelnen ist übrigens nicht blos sein Niveau, sondern auch seine Gestaltung eine durchaus variable und unregelmässige. Am wenigsten unregelmässig ist der glatte Ring beim grossen Exemplar von Rh. admirandus. Hier steigt seine Oberfläche vom äussern gegen den innern Rand, wo er durch eine, besonders in den untern Abschnitten, stellenweise scharf ausgeprägte Furche begrenzt wird. Peripherisch geht er jedoch durchaus ohne scharfe Grenze in die Randzone über, indem sich auf ihm immer deutlicher und deutlicher concentrische Furchen und Leisten zeigen. Er ist nicht etwa kreisrund, sondern streng genommen abgerundet-eckig, indem er sich den von ihm umschlossenen Gebilden anpasst. Dabei erscheint auch seine Breite nicht überall genau dieselbe, wenngleich sie im Mittel auf 0,02 oder 0,025 m. geschätzt werden kann. In die Augen fallend ist ein abgerundeter Vorsprung (v) am innern Rande, unten, und ein ähnlicher, doch weniger regelmässiger,

oben (v'). Am kleineren Abdruck von Rh. admirandus ist der glatte Ring auf eine geschweifte Lefze (G) reducirt, bis zu welcher sich innen und aussen die concentrischen Furchen des Schirmes erstrecken. Wieder anders erscheint derselbe bei Rh. lithographicus, wo er bandförmig geschlängelt und bedeutend schmäler als beim grossen Exemplar von Rh. admirandus ist. Im Ganzen kaum verdickt, erhebt er sich nur links merklich über das Niveau der innern Partieen (F') der Randzone, und zwar am höchsten bei p, wo er selbst den Ringwall derselben überragt. Dabei ist er stellenweise rauh, oder gar verwischt; trotzdem liesse sich, wenn auch mit einiger Mühe, seine Gestalt etwa als abgerundetes Achteck reconstruiren. Doch ist diese Figur nur unregelmässig, hier schmäler, dort breiter, hier höher, dort niedriger, hier scharf conturirt, dort verwischt; dabei tritt sie bald ganz an die wallartige Erhebung der Randzone heran und bald entfernt sie sich von derselben.

Die Deutung des sogen. glatten Ringes dürfte einige Schwierigkeit verursachen. Nach Haeckel's Meinung kann er nichts Anderes sein, als derjenige Theil der Gallertscheibe, welcher zunächst die Genitalhöhlen aussen umgiebt und gewissermassen deren äussere Wand bildet. Dass der glatte Ring dem eben bezeichneten Abschnitt der Gallertscheibe entspricht, ist gewiss richtig; doch scheint andererseits die Annahme berechtigt, dass er eine fremde Auflagerung, gleichsam eine Unterbrechung des Abdruckes darstellt. Hierfür spricht nämlich seine unregelmässige Gestalt, die meist glatte, an einen erstarrten, dickflüssigen Brei erinnernde Oberfläche, ferner der Umstand, dass er stellenweise die Randzone kreuzt oder mitten auf ihr verläuft, sowie besonders auch, dass da, wo er wenig ausgeprägt ist, auf ihm die concentrischen Furchen der Randzone auftreten. Was seine Entstehung anbetrifft, so eröffnen sich zwei Möglichkeiten: entweder ist, nachdem die Medusenabdrücke zu Stande gekommen, noch nachträglich Kalkbrei auf dieselben, etwa durch die unterdessen zerstörte Umbrella, nachgeflossen, oder aber, — und diese Auffassung scheint mir die naturgemässere, — die Abdrücke sind entsprechend dem glatten Ringe von Hause aus nicht ausgeprägt worden, weil hier die untere Schirmfläche wegen ihrer grössten Concavität und Starre sich nicht vollkommen der schlammigen Unterlage anschmiegen konnte und einen mit Wasser oder Luft gefüllten Spaltraum darbot (Fig. III).

3) Indem wir uns nun zu den mittleren Partieen der Petrefacten wenden, stossen wir auf bisher übersehene Gebilde, welche ursprünglich in verschiedenen Flächen über einander lagen, deren Abdrücke jedoch, gleich Kleiderschnitten auf einem Blatte, ineinander gezeichnet und daher mühsam zu entziffern sind. Bei dieser Arbeit leisten jedoch die an lebenden Formen, besonders Rhizostoma Cuvieri gesammelten Erfahrungen gute Dienste[1]). Als Untersuchungsobject empfahl sich hierbei besonders Rh. lithographicus, an dem einige, für die innere Organisation der jurassischen Medusen massgebende und an Rh. admirandus nur mit einiger Mühe aufzufindende Verhältnisse deutlicher wahrnehmbar sind. Man kann daher bei der Beschreibung mit Rh. lithographicus beginnen.

1) Von älteren Arbeiten vergleiche man besonders die treffliche Monographie von Eysenhardt. Zur Anatomie u. Naturgesch. d. Quallen. N. Acta Leop. T. X. P. I. 1821. p. 377.

An demselben fällt leicht eine Zeichnung auf, welche einem Ordenskreuz ähnlich sieht und besonders scharf an ihren vier, nach innen vorspringenden Seiten durch leicht gekräuselte Leistchen markirt wird. Es lässt sich wohl kaum bezweifeln, dass in dieser Figur die Decke der coelenterischen Centralcavität, des sogen. Magens, vorliegt. Weniger deutlich als die Seiten, sind die vorspringenden Winkel (g) der Centralcavität begrenzt, doch dürften sie wohl, wie bei Rhizostoma, dreieckig zugestutzt gewesen sein, so dass jeder derselben gleichsam in drei secundäre Winkel zerfällt war. Der quere Durchmesser der Magendecke beträgt 0,06, der diagonale circa 0,1 m. — Jeder der vier Seiten der Magendecke liegt eine ovale oder nierenförmige Platte (H) an, von denen übrigens nur die untere linke einen wohl erhaltenen Abdruck darstellt, während die übrigen mehr oder weniger der Restauration bedurften. So ist namentlich die linke obere durch den über sie hinwegziehenden glatten Ring zum grossen Theil verdeckt und unkenntlich gemacht, und lassen sich auch die beiden rechten Platten nur bei sehr genauer Betrachtung reconstruiren. Die Platten waren 0,035 lang und 0,02 m. breit. Die Deutung derselben als Decken von ebenso vielen, die Centralcavität umgebenden Genitalhöhlen wird von der Analogie mit lebenden Formen durchaus gefordert.

Bei genauerer Untersuchung lassen sich Organisationsverhältnisse, welche den eben beschriebenen entsprechen, auch bei dem grossen Exemplare von Rh. admirandus nachweisen. Namentlich sind an demselben schwache Abdrücke von zwei der nierenförmigen Platten (H) vorhanden. (Die den beiden andern, nämlich den seitlichen Platten entsprechenden Partieen des Abdruckes sind abgebrochen.) Von den beiden noch erhaltenen nierenförmigen Platten ist die untere die besser ausgeprägte und lässt eine ungefähre Messung zu. Ihr Radial- oder Breitendurchmesser möchte sich auf 0,03, ihr Tangential- oder Längendurchmesser hingegen auf 0,07 m. gestellt haben. Von dem Umriss der Magendecke ist, leider, nichts weiter, als die beiden mit den nierenförmigen Platten gemeinsamen Bogenlinien erhalten; doch genügt bereits dieses, um ein Quadrat mit eingebogenen Seiten zu reconstruiren. Die Begrenzung der Winkel der Magendecke wurde auf der Zeichnung mehr nach der ungefähren Abschätzung, als nach der directen Beobachtung geführt. Die Decke möchte in transversaler Richtung 0,11 und in diagonaler 0,18 gemessen haben. Am kleineren Exemplare von Rh. admirandus lassen sich keine deutlichen Spuren von Magen- und Genitalhöhlendecken erkennen, da die entsprechende Zone des Abdruckes durch höckerige Auflagerungen entstellt ist.

4) Als eine besondere Zone an den Petrefacten wurde von Haeckel der viertheilige Ring aufgestellt. Derselbe sollte aus vier einander mit den Spitzen berührenden und von unregelmässig gewellten, concentrischen Furchen durchzogenen, sichelförmigen Wülsten bestehen und den Genitalien entsprechen, eine Deutung, zu welcher übrigens die radiäre Lage derselben nicht wohl stimmen dürfte. Mir erschienen die Verhältnisse bei der Nachuntersuchung in manchen Beziehungen etwas anders. Zunächst wäre zu bemerken, dass die Sichelwülste überhaupt allenfalls nur bei dem grossen Exemplar von Rh. admirandus

als streng begrenzte Gebilde angenommen werden könnten. Doch auch hier wird die äussere Begrenzung derselben durch den besprochenen glatten Ring, die innere aber durch eine ausgebrochene Stelle rechts von der untern nierenförmigen Platte blos vorgetäuscht; denn betrachtet man die Stelle links von dieser Platte, so überzeugt man sich, dass die angeblich für die Sichelwülste charakteristischen Furchen sich ohne Grenze nach innen zu auf die unregelmässigen Auflagerungen des Mittelfeldes fortsetzen. Der letztere Umstand lässt uns auch die Aufstellung einer andern, unmittelbar auf den viertheiligen Ring folgenden Zone, des sogen. tiefen Ringes, entbehrlich erscheinen. In den Bereich dieser beiden Zonen fallen, ausser den bereits beschriebenen nierenförmigen Platten und Magenwinkeln, noch die erwähnten gewellten Furchen, zu denen wir nun zurückkehren.— Dieselben verlaufen meist zwischen den nierenförmigen Platten, quer über die Magenwinkel hin, doch erstrecken sie sich auch nach allen Richtungen über das Gebiet der Winkel mehr oder weniger hinaus. Sie sind im grossen Ganzen concentrisch gestellt, doch unregelmässig gekrümmt und gelegentlich verästelt. Peripherisch gehen sie, wofern sie nicht, wie bei Rh. admirandus, durch den glatten Ring begrenzt werden, ohne scharfe Grenze in die regelmässige Streifung der Subumbrella über. Centralwärts verstreichen sie allmählich auf den unregelmässig blättrigen Auflagerungen des weiter unten zu beschreibenden Mittelfeldes. Seitlich überschreiten sie die Contouren der nierenförmigen Platten, um an einem eigenen ovalen Contur (i) zu endigen. Bei Rh. lithographicus decken sich diese beiden Conturen fast, während bei Rh. admirandus der Contur *i* verhältnissmässig bedeutend kleiner ist. Die soeben beschriebenen unregelmässigen concentrischen Furchen sind als Abdrücke der vier Füsschen oder Wurzeln der Mundscheibe aufzufassen, welche bei lebenden Rhizostomen von der untern Schirmfläche, zwischen den nierenförmigen Platten unterhalb der Winkel der Centralcavität entspringen. Die mehr peripherisch gelegenen, den «Sichelwülsten» entsprechenden Linien würden den Basalttheilen dieser Füsschen angehören. Die ovalen Conturen *i* stellen die als Eingänge in die vier Genitalhöhlen bekannten ovalen Fenster dar, welche sich auf den über ihnen liegenden nierenförmigen Platten abgedrückt haben.

5) Zum Abschluss der objectiven Beschreibung der Abdrücke bleibt uns noch der von meinem Vorgänger als «kreisrundes Mittelfeld» bezeichnete Theil zu berücksichtigen. Als Ganzes genommen nähert er sich einem Kugelsegment, welches sich beträchtlich über alle übrigen Partieen der Platten hervorwölbt. Die Begrenzung des Mittelfeldes fällt mit der der Magendecke, wenn man sich deren Winkel abgeschnitten denkt, zusammen.

Bei der specielleren Beschreibung des Mittelfeldes dürfte es zweckmässig sein, zunächst an das grössere Exemplar von Rh. admirandus anzuknüpfen. Geht hier das Mittelfeld auch ohne strenge Grenze in diejenigen Partieen der Platte über, welche den Magenwinkeln und den Furchen entsprechen, so lässt sich dennoch eine annähernd kreisförmige, genauer gesagt, aber abgerundet eckige Furche (s) als allgemeine Begrenzung angeben. Freilich ist dieselbe vielfach unterbrochen oder undeutlich, so namentlich in ihrem untern Abschnitte.

Im Centrum (a) des Mittelfeldes stossen vier, annähernd gerade verlaufende Hauptfurchen (b) von 0,012 m. Länge zusammen und bilden so ein Kreuz. Uebrigens ist es, genau genommen, nicht ein einziger Punkt, in dem sie zusammentreffen, sondern es sind vielmehr zwei Punkte, welche freilich äusserst nahe, auf einer zapfenförmigen Erhöhung bei einander liegen und durch eine Furche mit einander verbunden sind. Daher machen auch je zwei und zwei über's Kreuz gestellte Furchen zusammengenommen keine continuirliche, sondern eine gebrochene Linie aus. Die kurze centrale Verbindungsfurche ist leider etwas zerkratzt. Jede der vier Hauptfurchen spaltet sich aussen in zwei secundäre Furchen (c), welche bogenförmig divergiren, etwas unregelmässig gewellt erscheinen und einen spitzen Winkel mit concaven Seiten bilden. Die Spitze dieses Winkels wird durch ein kleines, dreieckiges oder pfeilförmiges Grübchen ausgezeichnet. Die secundären Furchen sind auf einer Strecke von circa 0,04 m. deutlich gegen die Peripherie zu verfolgen; die einen von ihnen hören an der oben festgestellten Begrenzungslinie (s) des Mittelfeldes auf, während die andern sich über diese Linie hinaus erstrecken und, nach einem geraden oder gekrümmten Verlaufe, unbestimmt endigen. Durch die vier primären und acht secundären Furchen zerfällt das ganze Mittelfeld gleichsam in acht Dreiecke, welche von Haeckel in vier concavgleichschenkelige (e) und ebenso viel convexgleichschenkelige (d) eingetheilt wurden. Die ersteren werden seitlich von je einem Paar der secundären Furchen begrenzt und erreichen daher mit ihren Spitzen nicht das Centrum; während die letzteren gleichzeitig auch von den primären Furchen begrenzt werden und sich daher unmittelbar um das Centrum gruppiren. Die Basis sämmtlicher Dreiecke wird durch Abschnitte der freilich nur vagen Umgrenzung des Mittelfeldes bezeichnet. Die Oberfläche der Dreiecke *e* ist gewölbt und dacht sich gleichmässig nach beiden Schenkeln und der Spitze hin ab. Aehnlich ist auch die Oberfläche der Dreiecke *d* beschaffen, nur mit dem Unterschiede, dass ihre Mitte viel stärker prominirt und einen, alle übrigen Theile der lithographischen Platte bedeutend überragenden Buckel bildet. Glatt und wohlgerundet fällt derselbe an seiner Aussenseite etwas schroffer, als an seiner Innenseite ab. Ueber die äussern Theile sämmtlicher Dreiecke hinweg sieht man deutlich eine Anzahl von seichten, concentrischen Linien verlaufen, welche an ihren Kreuzungspunkten mit den Schenkeln der Dreiecke gebrochen erscheinen. Ihr gegenseitiger Abstand lässt sich auf 0,001—0,002 m. schätzen. Centralwärts erstrecken sie sich zum Theil bis über die Scheitel der Buckel hinaus, während sie an der Peripherie der Dreiecke sich unter den erwähnten blättrigen Auflagerungen verbergen, welche die Abgüsse der unteren Fläche der Füsschen und vielleicht zum geringeren Theil, auch zufällig in die Centralcavität eingedrungene Kalkmassen darstellen. (Zu diesen Auflagerungen sind unter andern auch die Gebilde zu rechnen, welche Haeckel (p. 262) als Wülste bezeichnete und für die Begrenzung der Mundarme ansprach.)

Das Mittelfeld des kleineren Abdruckes von Rh. admirandus ist, leider, weniger gut erhalten. So ist namentlich das centrale Furchenkreuz durch einige Nebenlinien stellenweise undeutlich gemacht. Dies gilt besonders von der Kreuzungsstelle selber, welche je nach

der Beleuchtung der Platte, bald als Rechteck mit concaven Seiten, bald als kurze Verbindungsfurche erscheint, ein Uebelstand, der durch diffuse Auflagerungen von Kalksubstanz bedingt wird. So viel steht jedoch fest, dass wir es wiederum mit vier einzelnen und nicht etwa mit zwei sich einfach schneidenden Hauptfurchen zu thun haben. An der Bifurcationsstelle derselben sind auch hier die dreieckig-pfeilförmigen Grübchen nicht nur vorhanden, sondern auch noch besser ausgeprägt als beim grossen Exemplar. Die zu jeder der primären Furche gehörenden zwei secundären (c) kehren einander nicht die Convexität, sondern eher die Concavität zu, so dass sie in ihrem Verlauf nicht zu divergiren, sondern zu convergiren scheinen. Hierdurch wird dem ganzen Furchenkreuz ein etwas anderer Habitus als beim vorhergehenden Exemplare verliehen. Dazu kommt noch, dass die kleineren (schon nicht mehr die Bezeichnung der concavgleichschenkeligen verdienenden), Dreiecke sich verhältnissmässig mehr vorzuwölben scheinen, worin sich ein gewisser Anklang an Rh. lithographicus ausspricht.

Bei letzterem fallen nämlich, statt der vier vorspringen Buckel des Mittelfeldes, sofort acht auf, da jedes der acht Dreiecke einen solchen besitzt. Dessen ungeachtet sind die Dreiecke nicht etwa alle unter einander gleichwerthig und stossen durchaus nicht alle acht, wie es Haeckel abbildet, im Centrum des Mittelfeldes zusammen; sondern es lässt sich vielmehr nachweisen, dass auch hier vier derselben näher an das Centrum herantreten, als die übrigen vier, mit ihnen alternirenden; wenn auch die Configuration der einen und der an dern keine so prägnante Unterschiede bietet. Bei Rh. lithographicus giebt es gleichfalls vier primäre Kreuzfurchen, welche sich in die doppelte Anzahl von secundären spalten. Die Letzteren kehren einander, wie beim kleineren Exemplar von Rh. admirandus, ihre Concavität zu, so dass auch hier von concav- und convexschenkeligen Dreiecken im buchstäblichen Sinne der Bezeichnung, nicht mehr die Rede sein kann. Das Centrum des Mittelfeldes bietet eine tief gelegene, rauhe, höckerige Fläche, deren Begrenzung durch unregelmässige Auflagerungen zum Theil freilich verdeckt und verunstaltet ist; aber dessen ungeachtet ein Rechteck mit einspringenden Seiten erkennen lässt. Der Querdurchmesser dieses Rechtecks beträgt 0,007 bis 0,008 m. Seine vier Winkel setzen sich in die kurzen primären Furchen fort, welche sich an ihrem äusseren Ende in die secundären Furchen (von 0,03 m.) gabeln. Es scheint fast, als verästelten sich an der Peripherie auch die secundären Furchen, doch möchte dieses nicht mit Sicherheit behauptet werden dürfen, da die Verästelung blos vorgetäuscht sein könnte durch die kalkigen Auflagerungen und concentrischen Furchen des Mittelfeldes. Von den letzteren lassen sich 10 bis 12 zählen, welche mit den beim grossen Exemplar von Rh. admirandus beschriebenen übereinstimmen, sich gleichfalls centralwärts bis über die Buckel hinaus erstrecken und an den Stellen, wo sie sich mit den acht secundären Furchen kreuzen, gebrochen erscheinen.

Was nun die Deutung des Mittelfeldes anbetrifft, so erkannte schon Haeckel, dass dasselbe der untern Fläche der sogen. Mundscheibe entspreche und erklärte das centrale Furchenkreuz für Ueberreste des Mundes. In diesen Cardinalpunkten muss ich ihm un-

bedingt beistimmen. Ein Anderes ist es mit den Einzelheiten seiner Deutung, welche einer nähereren Prüfung bedürfen.

Von der Idee ausgehend, unsere Petrefacten seien Gegenabdrücke, hielt Haeckel in seiner Arbeit vom Jahre 1866 (p. 274 u. 275) die vier grösseren, convex-gleichschenkeligen Dreiecke (d) für die basalen (inneren und oberen) Theile der vier grossen Hauptarme des Stieles, für Mundarme. Der Buckel, welcher sich in der Mitte jedes dieser Dreiecke findet und welcher den am meisten erhabenen Theil des ganzen Petrefactes bildet, sollte dem dicksten Theile der Hauptarme entsprechen. Die vier concav-gleichschenkeligen Dreiecke sollten demgemäss interradial gelegen sein und denjenigen Theilen des Scheibencentrums entsprechen, welche zwischen den vier Armbasen liegen und welche nach aussen allmählich in das Dach der Geschlechtshöhlen übergehen. Im Einklange hiermit hielt Haeckel die im Centrum zusammenstossenden Schenkel des Furchenkreuzes für Nathgrenzen zwischen den vier verwachsenen Basen der vier grossen Mundarme. Später, bei Gelegenheit seiner anatomischen Untersuchungen an der lebenden, von ihm selbst entdeckten Crambessa Tagi[1]), wurde er jedoch darauf aufmerksam, dass er sich in den Einzelheiten geirrt habe, da die Mittellinie der vier grösseren, convex-gleichschenkeligen Dreiecke nicht radial, sondern interradial; die Mittellinie der vier kleineren, concav-gleichschenkeligen Dreiecke (und ebenso der entsprechende Schenkel des Mundkreuzes) nicht interradial, sondern radial ist. Auf Details liess er sich hierbei freilich nicht ein, doch bemerkt er im Allgemeinen, dass die Kreuzlinien des Mittelfeldes ein mit Crambessa merkwürdig übereinstimmendes Bild gewähren und offenbar ganz dieselbe Bedeutung haben.

Die von Haeckel angebahnte Deutung des Mittelfeldes soll hier weiter ausgeführt und begründet werden. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn man den Satz festhält, dass unsere Petretacten nicht Gegenabdrücke, sondern Abdrücke sind. Erkennt man diesen Satz nicht an, so stösst man bei der Deutung der Einzelheiten auf nicht zu überwindende Schwierigkeiten und Widersprüche.

Das Mittelfeld stellt einen Abdruck, die Ausfüllungsmasse der unteren Fläche der Mundscheibe (des Stieles) dar. Die vier oder acht Buckel desselben entsprechen ebenso vielen Gruben, auf der erwähnten, an und für sich schon kuppelförmig ausgehöhlten Fläche. Der Umstand, dass die Buckel die Conturen der Centralcavität, die Füsschen und die Subumbrella überragen, widerspricht dieser Auffassung nicht im Geringsten und findet seine ganz naturgemässe Erklärung darin, dass die Mundscheibe (der Stamm) unserer Medusen nur ganz kurz oder rudimentär war und dass sich daher die mehr peripherischen Abschitte des Schirmes beträchtlich im Umkreis der starren, mit Kalkbrei angefüllten Mundscheibe gesenkt haben. Die vier primären Kreuzfurchen nebst der sie im Centrum verbindenden kleinen Querfurche oder dem Rechteck sind Ueberreste eines ursprünglich ganz offenen

1) E. Haeckel. Ueber die Crambessiden, eine neue Medusen-Familie a. d. Rhizostomeengruppe. Zeitschr. f. w. Zool. XIX. (1869.) p. 528 u. Ueber fossile Medusen ibid. p. 557.

Maules. Die primären Furchen lagen radial, in einer Verticalebene mit den Füsschen der Mundscheibe. Die secundären Furchen des Kreuzes lagen wie die primären gleichfalls noch auf der unteren Fläche der Mundscheibe, doch setzten sie sich höchst wahrscheinlich auf die orale Kante von acht Armen (Mundtentakeln) fort. Von den letzteren ist freilich keine Spur mehr vorhanden. Jedenfalls aber traten sie durchaus nicht ans Centrum des Mundes heran, sondern umstellten die Peripherie der Mundscheibe (Fig. III u. IV).

Als Nachtrag zur objectiven Beschreibung der Petrefacten sollen noch folgende Messungen mitgetheilt werden.

	Rh. admirandus.		Rh. lithographicus.
	gr. Exemp.	kleines Exempl.	
Durchmesser des ausgebreiteten Schirmes	0,4	—	0,2 (?)
Breite der Randzone bis zum glatten Ringe	0,08	0,035	—
» » » » zu den Fenstern	0,13	—	0,045 (?)
» » Randlappen	0,008	0,005 (?)	0,005
» » Füsschen in der Mitte	0,07	—	0,04
Radiärdurchmesser der Fenster	0,025	—	0,017
Tangentialdurchmesser derselben	0,035	—	0,025
Radiärdurchmesser der nierenförmigen Platten	0,03	—	0,02
Targentialdurchmesser derselben	0,07	—	0,033
Transversaldurchmesser der Magendecke	0,11	—	0,06
Diagonaldurchmesser » »	0,18	—	0,11
Primäre Mundspalten	0,012	0,005—0,006	0,008
Secundäre »	0,04	0,03	0,025

II. Allgemeinere Betrachtungen.

1) Nachdem im vorhergehenden Kapitel eine möglichst genaue Beschreibung der einzelnen Theile unserer lithographischen Platten gegeben wurde, lässt sich nunmehr ein allgemeines Bild über das Zustandekommen der Abdrücke entwerfen, wobei die Berechtigung der Annahme, dass wir es wirklich mit Abdrücken und nicht mit Gegenabdrücken zu thun haben, mehr hervortreten wird.

Bei dem so geringen specifischen Gewicht und der bekannten Körperconsistenz der Medusen dürfte es sehr unwahrscheinlich sein, dass sie auf dem Grunde des hohen Meeres verschlammen und petrificiren können. Man möchte daher wohl annehmen dürfen, dass auch die jurassischen Medusenpetrefacte gestrandeten Individuen angehörten. (Dass Medusen der Jetztzeit häufig ans Ufer geworfen werden, ist ja eine allbekannte Thatsache). Ein glücklicher Zufall wollte, dass unsere Exemplare sich hierbei fast ganz glatt ausbreite-

ten und nicht etwa auf die Seite zu liegen kamen, wie der Leptobrachites trigonobrachius. Taf. II. (Nur an einer Seite hatte sich der Schirmrand von Rh. lithographicus umgeschlagen.) Es ist Grund vorhanden anzunehmen, dass die Thiere hierbei auf ihre untere, orale Fläche zu liegen kamen. (Fig. III.) Der dünnflüssige Kalkbrei, welcher den Uferschlamm bildete, füllte die untere Fläche der Mundscheibe und des Schirmes möglichst vollkommen aus. Die geringe Quantität Luft oder Wasser, welche sich hierbei unterhalb der Medusenglocke gefangen haben dürfte, möchte auf die am tiefsten ausgehöhlte Zone der Umbrella gedrängt worden sein und hier das Zustandekommen des sogenannten glatten Ringes, durch welchen die Abdrücke unterbrochen werden, veranlasst haben (s. die Fig.). Durch die ovalen Fenster drang der Kalkbrei in die vier Genitalhöhlen. Obgleich diese letzteren bei der gegebenen Lage der Medusen collabirt sein mussten, so genügte die eingedrungene Masse doch um Abdrücke von den Genitalhöhlendecken, den nierenförmigen Platten, aufzunehmen. Dass diese letzteren sich als erhabene Auflagerungen auf dem Mittelfelde praesentiren, ist durchaus beweisend für die Deutung der Versteinerungen als Abdrücke im engeren Sinne des Wortes. Die coelenterische Centralcavität blieb unausgefüllt (vielleicht einige unregelmässige Kalkeinlagerungen ausgenommen, welche hier und da, sei es durch kleine Rupturen oder durch noch offene Reste des Mauls eingedrungen sein mögen). Ueber die Beschaffenheit des Bodens der Centralcavität konnte unter diesen Umständen keine Kunde auf uns gelangen.

Nur bei dem eben geschilderten Modus der Versteinerung dürfte es erklärlich erscheinen, warum keine Abdrücke der Mundarme vorhanden sind. Dieselben könnten nämlich sehr gut unter dem Niveau der Platte im Inneren liegen und dort auch Spuren hinterlassen haben. Auf einen etwaigen Einwand, dass wenigstens die Basaltheile der Arme nachweissbar sein müssten, lässt sich Folgendes erwiedern: Bei der geringen Körperconsistenz der Medusenleiber mögen die Armbasen einen genügenden Ausdruck in dem capillaren Spaltraume finden, welcher zwischen dem Ausguss der Mundscheibe und den auf seine Peripherie gelagerten, die Abdrücke der Füsschen darstellenden, unregelmässigen Auflagerungen vorhanden ist. (Man denke sich auf Fig. III die Armbasen zu einem Blättchen vertrocknet oder verfault.) Fragt man, wie es denn möglich war, dass die Mundarme sich nicht seitlich umgeklappt und auf diese Weise auf den Petrefacten abgedrückt haben, so lässt sich darauf erwiedern, dass die Arme nur kurz gewesen sein mögen, oder auch, wie das so häufig bei den Rhizostomen der Jetztzeit vorkommt, bei Lebzeiten abgeschliffen waren.

Die Gegenplatte konnte sich offenbar erst dann ausbilden, als der Schirm und die Mundscheibe vertrocknet oder in Verwesung übergegangen waren und der Abdruck Zeit gewonnen hatte zu erstarren.

2) Versuchen wir es nun, Form und Bau unserer Medusen, wie sie im Leben waren, zu reconstruiren (Fig. V u. VI). Von der allgemeinen Gestalt des Schirmes lässt sich nichts Bestimmtes sagen, doch war er muthmasslich nicht sehr stark gewölbt, da er sich sonst wohl schwerlich so vollkommen hätte ausbreiten können. Über die Beschaffenheit der Schirmkuppel ist durchaus nichts bekannt; hingegen sind einige Einblicke in die Beschaffen-

heit des Schirmrandes gewonnen worden. Derselbe war an seinem Rande durch Kerben in eine grosse Menge langer und schmaler Lappen getheilt, deren Zahl sich auf 128 veranschlagen lässt. Diese Zahl scheint um so wahrscheinlicher, da sie nicht blos ein Multiplum von 4 ist, sondern sich auch ohne Rest durch 16 dividiren lässt und hierbei eine gerade Zahl (8) ergiebt. Dass die Zahl der Randlappen ein Multiplum von 4 sein musste, wird durch die numerischen Organisationsverhältnisse der verwandten Medusen gefordert; dass dieselbe auch ein Multiplum von 16 gewesen sein mochte, wird durch die (auf Grund der Analogie mit Rhizostoma anzunehmenden) 16 Radiärcanäle der Wahrscheinlichkeit nahe gebracht. Schon a priori hätte man nur die Wahl zwischen den Zahlen: 16, 32, 64, 128, 256 u. s. w. Da sich mithin zu dem Ergebniss einer directen Abschätzung noch morphologische Gründe hinzugesellen, so darf man wohl so ziemlich mit Sicherheit annehmen, dass Rh. admirandus wirklich 128 Randlappen, also doppelt so viel wie z. B. Rhizostoma und Crambessa besessen hat. A priori ist es gleichfalls wahrscheinlich, dass zwischen diesen Randlappen an den Radien und Interradien acht Randkörperchen eingeschaltet waren, doch lassen sie sich keineswegs nachweisen. Hingegen lässt sich die Existenz von Randtentakeln mit Gewissheit leugnen, da solche bei der gegebenen Beschaffenheit unserer Petrefacten sich gewiss im Abdruck erhalten hätten. — Die Subumbrella war mit vorspringenden, concentrischen Muskelreifen ausgestattet.

Von der unteren Fläche des Schirmes, etwa im gleichen Abstande von dessen Rande und Centrum, entsprangen mit breiter Basis vier horizontal abgeplattete Substanzbrücken, (Füsschen) welche den Schirm mit der darunter gelegenen Mundscheibe verbanden. Zwischen je zwei benachbarten Füsschen befand sich ein ovales Fenster, welches den Eingang in eine der vier Genitalhöhlen bildete. Die letzteren lagen, gleich der coëlentrischen Centralcavität, in dem Raume zwischen Schirm und Mundscheibe. Von der Centralcavität, an dessen vier Seiten sie sich unmittelbar anlehnten, waren sie wohl, nach der Analogie zu urtheilen, durch dünne, faltige Scheidewände getrennt, in welchen muthmasslich die Genitalien zur Entwickelung kamen. Unten ruhten die Höhlen, in soweit sie nicht offen waren, auf den Füsschen der Mundscheibe. Ihre obere Decke fiel schräg von oben und innen nach unten und aussen ab und wurde durch eine erhabene, nierenförmige Platte gebildet, die sich an die entsprechende Seite der Centralcavität anlegte.

Die soeben gedachte Centralcavität des coelentrischen Apparates hatte eine Decke von der Gestalt eines sphärischen Quadrates oder Rechteckes, dessen Winkel jedoch von beiden Seiten abgeschrägt gewesen zu sein scheinen. Ueber die Beschaffenheit des Bodens der Centralcavität ist durchaus nichts zu ermitteln, doch mag er im Wesentlichen wie bei Rhizostoma gebildet gewesen sein. Auch von dem coelenterischen Apparate des Schirmes ist mit Sicherheit nichts bekannt; wiewohl sich gewisse Furchen als Spuren eines Cirkelkanals und der Radiärcanäle deuten lassen.

Rhizostomites besass, wie erwähnt, eine sogenannte Mundscheibe (Mundstiel), von der uns freilich nur die untere Fläche bekannt ist; doch lässt sich behaupten, dass dieser

Theil, wie bei manchen lebenden Rhizostomiden und Medusiden nur äusserst kurz, ja rudimentär war und also in der That die Bezeichnung einer Scheibe und nicht die eines Stieles verdiente. Im Umkreis dieser Mundscheibe strahlten vier Paar Arme (oder Mundtentakeln) aus, von denen je ein Paar einem der vier Füsschen entsprach. Wie diese Arme gestaltet, ob sie stark oder zart, lang oder kurz waren, ist freilich unbekannt, doch möchten sie, wie schon oben angedeutet, nicht allzu sehr entwickelt gewesen sein, da sie sonst wohl ein so glattes Ausbreiten der Medusenschirme gestört hätten (falls sie nicht abgeschliffen waren).

An der unteren Fläche war die Mundscheibe glockenförmig ausgehöhlt und zeigte ausserdem noch vier Eindrücke, zwischen denen die Schenkel eines Mundkreuzes lagen. Letzteres wurde aus vier primären, in der Richtung der Hauptradien des Körpers verlaufenden und acht, durch Bifurcation der primären entsandenen secundären Schenkeln gebildet und zeigte eine gewisse Hinneigung zum bilateral-symmetrischen Bau. (Man vergl. meine Abhdl. üb. Rhizostoma p. 22.) Wirft man die Frage auf, ob die Schenkel dieses Kreuzes offene Spalten oder Näthe darstellten, so möchte ich mich für die Annahme entscheiden, dass sie, wenn auch nicht ganz, so doch wenigstens theilweise offen waren. Die Schenkel des Mundkreuzes möchten nun freilich zu vorspringenden Säumen oder Leisten verschmolzen gewesen sein; hierfür spricht der Umstand, dass die Schenkel des Mundkreuzes auf den Adrücken als Furchen erscheinen. Die vier pfeilförmig-dreieckigen Grübchen an der Stelle, wo sich die primären Mundschenkel spalten, scheinen hingegen noch offen gewesen zu sein, da sie auf den Abdrücken sich vorwölben. Bei Rh. lithographicus (und vielleicht auch beim kleineren Exemplar von Rh. admirandus) scheint ausserdem noch ein centraler Mundrest offen gewesen zu sein. Demnach hätten unsere jurassischen Medusenexemplare ein nur theilweise, obliterirtes Maul besessen, wie es die von mir (l. c.) beschriebenen halbwüchsigen Rhizostomen aufweisen. Dass dasselbe auch bei Rhizostomites in der frühen Jugend, wie bei jetzt lebenden Rhizostomen, weit offen war, ist eine gewiss berechtigte Hypothese; von gleicher Berechtigung ist übrigens auch die Frage, ob nicht im noch höheren Alter das Mundkreuz ganz obliterirte; mithin sämmtliche drei Petrefacten jüngeren Individuen angehörten?

3) Was die systematische Stellung unserer jurassischen Medusen anbetrifft, so kann ich nur Haeckel beistimmen, der sie als Glieder der Rhizostomeengruppe hinstellte; doch halte ich es für geeignet, bei dieser Gelegenheit an die grosse Uebereinstimmung zu erinnern, welche die echten Medusiden mit den Rhizostomiden bieten (s. meine citirte Abhandlung über Rhizostoma Cuvieri). Sollte sich nämlich herausstellen; dass die Rhizostomites bis zu ihrem Lebensende offene Mundreste zeigten, so würden sie als ein Uebergang zwischen beiden Acraspedenfamilien anzusehen sein. — Für eine strenge, den Anforderungen der heutigen Systematik entsprechende Differenzialdiagnose des Genus Rhizostomites, sind übrigens offenbar bis jetzt keine genügenden Anhaltungspunkte vorhanden. Wir müssen daher dasselbe als ein blos provisorisches betrachten.

Wenn im Vorstehenden stets von Rh. admirandus und lithographicus gleichsam als zwei selbstredend verschiedenen Species gesprochen wurde, so geschah dies, wie bereits angedeutet, nur provisorisch, damit sich die Beschreibung besser der von Haeckel gegebenen anschliesse. Es stellte nämlich mein Vorgänger selbst in seiner zweiten Arbeit (p. 558) als Möglichkeit hin, dass Rh. lithographicus nur ein jugendliches Exemplar von Rh. admirandus sein könnte. Durch die gegenwärtige Nachuntersuchung gewinnt diese Möglichkeit eine neue Stütze; indem die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale in Bezug auf die Zahl der Randlappen, die Breite der Randzone und die Anordnung des Mundkreuzes sich nicht bewährt haben. Betrachtet man Rh. admirandus und lithographicus für zwei besondere Species, so wird es sehr fraglich, welcher von beiden man «den kleineren Abdruck von Rh. admirandus» zuzuzählen habe. Für die Zugehörigkeit zum Rh. admirandus plädirt ganz besonders die Lage auf ein und derselben Platte, da allgemein bekannt ist, wie häufig einer Art angehörende Medusen schaarenweise ans Land geworfen werden. Für die Zugehörigkeit des fraglichen Exemplars zu Rh. lithographicus hingegen, spricht erstens die gleiche Grösse des Schirmes und die gleiche Gestaltung des Mundkreuzes mit einem centralen Rechteck, den vier primären und den vier Paaren von secundären Furchen, welche letztere mit der Concavität einander zugekehrt sind. Vergleicht man schliesslich die Beschaffenheit der zwischen den Schenkeln des Mundkreuzes gelegenen, gewölbten Dreiecke, so wird man wohl zu der Vermuthung hingedrängt, dass das fragliche Exemplar in der Mitte zwischen den beiden anderen stand, also eine verbindende Zwischenform darstellte.[1]) Demnach hätte man es mit drei Individuen einer Art, und zwar mit einem älteren und zwei jüngeren zu thun. Die beiden letzteren waren, obgleich annähernd von gleicherGrösse, doch in ihrer Entwickelung nicht ganz gleichstehend, sondern das sogenannte «kleinere Exemplar von Rh. admirandus» war etwas mehr vorgerückt. Die Divergenz der Mundspalten *c*, welche sich am Mundkreuz des grossen Exemplares bemerklich macht, könnte sich wohl erst im Laufe des Wachsthums herausgebildet haben. Die relativ geringere Weite der ovalen, in die Genitalhöhlen führenden Fenster beim grossen Exemplar, möchte gleichfalls blos auf einer Altersverschiedenheit beruhen.

Wenn man übrigens bedenkt, dass zwei allgemein anerkannt «gute Species» einander gestaltlich oft höchst ähnlich sehen, so wird man vorläufig immerhin die Möglichkeit nicht ganz von der Hand weisen dürfen, dass in unseren jurassischen Medusenabdrücken mehr als eine Art vorliege. Vielleicht gelingt es daher, neues Material herbeizuschaffen und an ihm zureichendere Unterscheidungsmerkmale für die Species zu finden. Vorläufig dürfte es jedoch gestattet sein, die Kennzeichen aller drei Abdrücke, ohne weitere Rücksicht auf die Systematik, folgendermassen zu resumiren:

---

1) Die geringere Prominenz der concav-gleichschenkeligen Dreiecke des grossen Exemplars könnte möglicher Weise durch die ihnen reichlicher aufgelagerten Schlammmassen bedingt sein. Auch auf die Krümmung der secundären Mundspalten möchten diese Auflagerungen nicht ohne Einfluss gewesen sein.

Rhizostomites Haeckel. Schirm bis 0,4 m. im Durchmesser; mit 128 Randlappen, ohne Randtentakeln. Stiel rudimentär, als Mundscheibe, von 8 Armen umgeben. 4 Genitalhöhlen; coelenterische Centralcavität einfach, mit sphaerisch-quadratischer Decke. Mundöffnung spät (vielleicht nie vollkommen?), obliterirend, achtschenkelig-kreuzförmig. Jura, Eichstädt. Originale im Königl. Geologischen Museum zu Dresden.

B. Leptobrachites trigonobrachius. Haeckel.

Taf. II.

Durch eine eingehendere Nachuntersuchung dieses Petrefactes hoffte ich möglicher Weise einige nähere Beziehungen zwischen ihm und dem im ersten Abschnitte dieser Abhandlung berücksichtigten Genus Rhizostomites zu finden, da Leptobrachites, wie schon sein Name andeutet, von Haeckel gleichfalls als eine Rhizostomide gedeutet wurde. Die Resultate dieser Nachuntersuchung waren in Bezug auf ihren eben angedeuteten ursprünglichen Zweck freilich nur negativer Art; da sie aber zu einer ganz neuen, von der früheren grundverschiedenen Deutung des Medusenpetrefactes hinführte, so erschien es geboten, dasselbe einer neuen, zusammenhängenden Beschreibung zu würdigen. Auch eine neue Abbildung war hierbei erforderlich, da ich mich mit der von Haeckel versuchten Restauration nicht im Einverständniss erklären kann. Meine Fig. I wurde als Photolithographie, ohne jegliche Restauration veröffentlicht.

Es ist der Gegenabdruck (von unserem Petrefact ist sowohl der Abdruck, als auch der Gegenabdruck vorhanden), welchen die Fig. I darstellt, da er instructiver als der Abdruck erscheint: eine Thatsache, die übrigens lediglich darauf beruht, dass ein Relief sich stets leichter als eine Hohlfigur zweckmässig beleuchten lässt. Haeckel hat freilich die andere Platte, den Abdruck abgebildet, doch dürfte dadurch die Möglichkeit eines Vergleiches nicht wesentlich beeinträchtigt sein, da man sich nöthigenfalls die Erhebungen auf der Figur als Vertiefungen, und umgekehrt, die Vertiefungen als Erhebungen vorstellen kann, um die naturgetreue Abbildung des «Abdruckes» zu erhalten. Um übrigens diesen Vergleich der beiden Abbildungen zu erleichtern, wurde Fig. III entworfen, welche eine verkleinerte Conturzeichnung nach Haeckel's Restauration darstellt, jedoch umgekehrt, so

dass auf ihr Links und Rechts mit einander vertauscht sind. Alle auf dieser Figur angegebenen vorspringenden Theile sind in derselben relativen Lage als Vertiefungen auf Fig. I. zu suchen.

Bei einem Vergleiche der beiden Platten mit den Dresdener muss es sogleich auffallen, dass sie ein sehr viel gröberes Korn und festeres Gefüge darbieten, ja aus einem ganz rohen Material bestehen, welches für lithographische Zwecke durchaus unbrauchbar wäre. Hieraus lässt sich gewiss ohne Weiteres auf einen viel gröberen Kalkbrei schliessen, aus dem der lithographische Stein entstanden, und hiermit lässt sich wiederum die Thatsache in Verbindung bringen, dass das Münchener Petrefact den Dresdener an Deutlichkeit und Schärfe bedeutend nachsteht: man vermisst an ihm nicht blos manche Details, welche auf einem feinen Kalkbrei sich wohl hätten abdrücken müssen, sondern überzeugt sich auch sofort, dass das ganze Petrefact äusserst flach ist, sich an den am meisten markirten Stellen auf dem Gegenabdrucke kaum 3—4 mm. über die Steinplatte erhebt, resp. auf dem Abdrucke unter dieselbe einsenkt.

Lässt aber unser Petrefact an Ausprägung und Detail Manches zu wünschen übrig, so gewährt es doch, wie schon Haeckel treffend bemerkte, ein «sehr hübsches Habitusbild einer grösseren versteinerten Meduse, besonders wenn man die Platten aus einiger Entfernung und bei schief auffallendem Lichte betrachtet. Man glaubt dann eine eben aus dem Meere geworfene Meduse vor sich zu sehen, wie man sie oft haufenweise nach einem Sturme an der Küste findet, die Mundarme nach einer Seite herübergeschlagen und den Schirmrand an der entgegengesetzten Seite einwärts geklappt.»

Zu dieser allgemeinsten Schilderung des Gesammtbildes wüsste ich durchaus nichts hinzuzufügen und wende mich daher zur specielleren Beschreibung des Petrefactes, wobei ich mich vorzüglich an den in Fig. I dargestellten Gegenabdruck halten werde. Die Buchstaben, auf welche hierbei Bezug genommen wird, sind in der schematischen Fig. II angegeben, dürften sich jedoch ohne Mühe auf Fig. I übertragen lassen.

Der oberste Theil der Versteinerung wird von einem schmalen, sichelförmigen Felde (M.) gebildet. Dasselbe ist mässig über das Niveau der Steintafel erhaben, und zwar in seinem peripherischen Abschnitte etwas mehr, als im centralen. Es bildet übrigens keinen regelmässigen Miniscus, sondern springt ungefähr in der Mitte etwas stärker nach aussen vor. Die äussere Begrenzung (a) des sichelförmigen Feldes bildet eine schlichte, gleichmässige Linie, welche in Bezug auf ihre Deutung wohl kaum Meinungsverschiedenheiten zulassen dürfte, sondern vielmehr entschieden für die Begrenzung der Aussenfläche des Medusenschirmes zu erklären ist. Anders verhält es sich mit der inneren Begrenzung (b) des sichelförmigen Feldes, welche im Gegensatze zur äusseren, durch eine gebrochene oder gewellte Furche dargestellt wird, die sich zu einer unregelmässig gestalteten Grube erweitert. Dieser Contur b wurde von Haeckel für den nach innen eingeschlagenen Schirmrand erklärt. Haeckel glaubte, an ihm mit leidlicher Sicherheit bei genauerer Untersuchung 16

Randlappen von je 11 mm. Tangentialdurchmesser zu erkennen, und schätzte darnach die Gesammtzahl der Randlappen am ganzen Umkreis des Schirmes auf 48. Die Nachuntersuchung erwies jedoch, dass diese Randlappen in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Fixirt man mit dem Auge recht anhaltend den Contur b und beleuchtet die Platte durch Drehen bald so, bald anders, so kann man an dem Contur freilich sehr leicht Festons zu sehen glauben und sie für Randlappen nehmen; doch stellt es sich heraus, dass man ähnliche Zacken, und von jeder beliebigen Grösse auf jeder beliebigen Stelle der lithographischen Platten, sowohl auf der Versteinerung, als auch neben derselben construiren kann, mit anderen Worten, dass diese Festons von dem Korn des Steines, oder wenn man will, von einer optischen Täuschung herrühren. (Statt der Festons kann man auch verschiedene andere Figuren, regelmässig an einander gereiht, construiren.) Mithin erscheint die Deutung der Furche b als Schirmrand sehr zweifelhaft, und möchte es naturgemässer sein, sie für den Ausdruck der unteren Schirmfläche zu halten, so dass das sichelförmige Feld *M* die Dicke des Schirmes darstellt. Den Rand des Schirmes hätte man daher weiter centralwärts zu suchen. Die grösste Breite des Feldes muss naturgemäss derjenigen Stelle des Schirmes entsprechen, wo der letztere am meisten nach unten, gegen das Centrum des Abdruckes umgeschlagen war, da ja die Dicke des Schirmes mit der Entfernung vom Schirmrande stets zunimmt. Die dem oberen Abschnitte des Schirmes entsprechenden Randlappen fielen demnach ins Bereich des später zu berücksichtigenden Centrums des Abdruckes. An den äussersten Enden des sichelförmigen Feldes hingegen, wo sein äusserer und innerer Contur zusammenstossen, muss auch der Schirmrand ganz an dasselbe herantreten, und hier würden mithin die Randlappen des Schirmes, in wie weit sie sich überhaupt ausgeprägt haben, zu suchen sein. Rechts unten finden wir nun auch in der That zwei, zum Theil sehr scharf ausgeprägte Festons (c, c′), welche wohl für zwei der Randlappen zu nehmen sind. Jeder derselben ist etwas über 0,04 m. breit (tangential gemessen) und etwa blos 0,01 m. lang (in radiärer Richtung). Auch der Anfangstheil eines dritten Lappens (c″) und noch ein isolirter vierter Lappen c‴ dürften nachweisbar sein. Am linken Umfange des Petrefactes sind mit Sicherheit keine Randlappen zu finden, was übrigens ganz erklärlich ist, da an der entsprechenden Seite der Schirm des Thieres, wegen der zwischengeschobenen Mundarme, sich nicht fest der breiigen Unterlage hat andrücken können. Links und unten stemmten sich sogar die Enden der Mundarme offenbar dermassen gegen den Schirmrand, dass derselbe mehr oder weniger aufrecht gestanden und bei *d* sich stark vorgebuchtet haben musste. Hingegen glaubt man wieder eine oder zwei Zacken am oberen Umfange des Schirmrandes zu sehen, doch da sie sich über das noch durch andere Gebilde in Anspruch genommene Mittelfeld legen, so ist ihr Verlauf schwer zu verfolgen. Nimmt man die beiden deutlich ausgeprägten Zacken zu Ausgangspunkten und führt man von ihnen eine Linie längs der unteren und linken äusseren Begrenzung des Petrefactes, quer über die Zacke c‴, und dann über den Mundarm A und die oberen Partien des Mittelfeldes, so erhält man für die muthmassliche Circumferenz des Schirmrandes etwa 0,42 m. Mithin liesse sich die Gesammtzahl der Rand-

lappen auf 10 schätzen. Randtentakeln sind mit Sicherheit durchaus nicht nachzuweissen, was jedoch, wie selbstverständlich, noch nicht zum Schluss berechtigt, das Thier hätte keine gehabt.

Das halbkreisförmige Feld N, welches nach innen von dem sichelförmigen liegt, ist weniger gewölbt, ja fast plan. Es dürfte hauptsächlich von dem Kalkbrei herrühren, welcher sich zwischen dem umgeklappten Schirmrande und der unteren Schirmfläche angesammelt hatte. Die über dies Feld rechts verlaufende, etwa wie ein Insectenbein gestaltete, verhältnissmässig tiefe Furche (e) weiss ich nicht mit Sicherheit zu deuten. Vielleicht rührt sie von einem Riss der Umbrella her. Auf das Feld N, durch eine Furche f, oder, wenn man den Abdruck berücksichtigt, durch eine Leiste von ihm geschieden, soll nach Häckel der Quadrant (O) eines ungefähr 0,01 m. breiten wulstförmigen Ringes liegen, welcher als sichelförmiger, überall gleich breiter Körper von ungefähr 0,06 m. Länge, mit abgerundeten Enden erscheint. Mit grosser Wahrscheinlichkeit sollte sich dieser Körper auf eine der vier Geschlechtsdrüsen beziehen. Hierfür sollte namentlich seine Lage, aber auch die halbmondförmige, an beiden Enden abgerundete Gestalt sprechen, so wie auch der Umstand, dass sich seitlich der Beginn einer zweiten Geschlechtsdrüse (o′) neben dem Ende der ersten zu zeigen schiene. Der von meinem Vorgänger als Wulst in Anspruch genommene Ring O dürfte wohl kaum diese Bezeichnung verdienen, da er ziemlich plan ist und annähernd auf einem Niveau mit dem Felde N liegt; auf dem Abdrucke erscheint er sogar mehr als seichte Mulde. Es dürften daher in diesem Ringe nicht die Abgüsse der Genitaldrüsen selbst, sondern vielmehr die Begrenzungen derjenigen Fenster zu suchen sein, hinter oder vor welchen die Genitalsäcke aufgehängt waren. Die Genitaldrüsen selbst könnten bei ihrer Zartheit leicht spurlos zu Grunde gegangen sein. Diese Fenster dürften folgendermassen zu sehen sein: im oberen Abschnitte des Ringes als myrtenblattförmiges Feld o von nur 0,035 Länge, und zu beiden Enden des letzteren, rechts und links, nur durch schmale Brücken von ihm geschieden, noch zwei ähnliche Felder o′ und o″, von denen o′ sich hinter dem benachbarten Arme des Thieres versteckt, während o″, welches freilich der ganzen Länge nach zu sehen sein könnte, nach abwärts durch höckerige Auflagerungen maskirt scheint. Die Substanzbrücke zwischen den myrtenblattförmigen Feldern ist über das Niveau derselben etwas erhaben und erscheint als unmittelbare Fortsetzung des grossen Feldes N. Entsprechend derselben erleidet die Furche f eine Unterbrechung. Nur die äusseren Begrenzungen der myrtenblattförmigen Felder, welche der Furche f angehören, sind wirklich scharf ausgeprägt, und bei jeder beliebigen Beleuchtung des Petrefacts sichtbar, während die innere und seitliche Begrenzung nur bei einer bestimmten, schiefen Beleuchtung wahrnehmbar sind. Bei der Länge von je 0,035 müssten nicht vier, sondern fünf myrtenblattförmige Felder und mithin auch ebenso viel Genitaldrüsen vorhanden gewesen sein, da die Furche f, wenn man sie ergänzt, einen Kreis von 0,24 m. Länge ergiebt. Durch diesen Kreis dürfte annähernd auch die Peripherie der coelenterischen Centralcavität bestimmt sein. Der Durchmesser derselben möchte mithin gegen 0,075 m. betragen haben. Subtrahirt man

hiervon die doppelte Breite der Genitallöcher, so lässt sich der Durchmesser des Stammes der Meduse auf 0,035 berechnen.

Es folgt die Partie P, vielleicht die höchste auf dem ganzen Gegenabdrucke, ein unregelmässig höckeriger oder faltiger Wulst, welcher oben in der Mitte mit verschmälerter Spitze beginnt, sich dann halbmondförmig gekrümmt nach rechts wendet, immer breiter wird und schliesslich nach unten zu mit den Basen der Mundarme verschmilzt. Eine Deutung als besonderes Organ des Medusenleibes dürfte man diesem Theile wohl nicht abgewinnen können, vielmehr möchte er der Uebergangstelle des Schirmes in den Stiel entsprechen. Bei der gegebenen Lage der Meduse musste nämlich die eventuell nach oben liegende Wandung des Stieles in die coelenterische Centralcavität muldenförmig einsinken, und dadurch der Basalrand des Stieles als Wulst prominiren. Diese Deutung findet darin ihre Stütze, dass der fragliche Wulst nur an der einen, und zwar an der den umgeschlagenen Armen gegenüber liegenden Seite vorhanden ist.

Das Centrum oder Mittelfeld Q des Petrefacts gehört mit zu den tiefsten Stellen auf dem Gegenabdrucke. Von oben rechts und unten wird es von dem Wulste P und dessen Fortsetzungen mehr oder weniger scharf begrenzt, während es nach links mit einer wenig markirten, geschweiften Linie endet. Es hat eine unregelmässig abgerundet-eckige oder elliptische Gestalt und eine Oberfläche, welche nur so seichte Unebenheiten zeigt, dass sie im Ganzen glatt zu nennen ist. Im Anschluss an die soeben gegebene Deutung des Wulstes P lässt sich das Zustandekommen des vertieften Mittelfeldes durch ein Einsinken der dem Beschauer zugekehrten Wandung des Mundstieles in die Centralcavität genügend erklären.

Links schliesst sich dem muldenförmig vertieften Mittelfelde ein sanft ansteigendes Planum (R) an, welches den Uebergang von dem in die Centralcavität eingesunkenen Abschnitte des Stammes zu den Basen der Arme bildet. Anders stellte sich Haekel die Verhältnisse vor. Er fand nämlich die Mitte des Schirmes sehr schlecht erhalten, glaubte auf derselben nur ganz unregelmässige Höcker und Eindrücke zu sehen und verlegte in ihr Bereich die Basen der Mundarme. Er sagt nämlich wörtlich: «Die Mitte des Schirmes ist leider, ebenso wie die Basis der Arme, so schlecht erhalten, oder wahrscheinlich wegen ihrer sehr bedeutenden Dicke so stark zusammengedrückt und gequetscht, dass man aus den hier sichtbaren unregelmässigen Figuren gar keinen sicheren Schluss auf die Beschaffenheit derselben, und namentlich auf das Verhalten der Armbasen oder proximalen Armenden, sowie des Mundes und Magens ziehen kann.» p. 546.

Die Zahl der Mundarme soll nach Haeckel acht betragen haben. Sie sollten sehr schlank sein, eine Länge von gegen 0,16 m. (6 Zoll) und im grössten Theile ihrer Länge eine Breite von 0,01 m. besitzen. An der Basis sollten sie nur wenig verbreitert und gegen das Ende hin nur wenig verschmälert sein. Durch die Mitte der Arme sollte sich in ihrer ganzen Länge ein scharfer, stark vortretender Kiel ziehen und beiderseits dieses medianen Kieles die Oberfläche der Arme ganz allmählich als schiefe Ebene nach beiden Randconturen hin abdachen. Diese Bildung sollte eine dreiseitig-prismatische Form der Arme, wie sie bei

vielen Rhizostomeen vorkommt, anzeigen. Die Arme schienen, entsprechend ihrer geringen Dicke sehr biegsam gewesen zu sein, und mehrere davon zeigten auch noch an dem Abdruck deutlich eine mehrfache Knickung und Biegung, so namentlich die beiden obersten und der unterste in der Abbildung. Besonderes Gewicht, in Rücksicht auf die Bestimmung der systematischen Stellung der Meduse, legt Haeckel auf die Bildung des äusseren Endes der Arme. Dasselbe sollte besonders deutlich an dem auf unserer Kopie (Fig. III) mit VIII bezeichneten Arme, und nächstdem am deutlichsten (jedoch viel unklarer) an den drei mehrfach geknickten Armen I, II und III sein. Es sei nämlich das äussere oder untere (distale) Ende der Arme nicht einfach zugespitzt oder abgerundet, sondern in einen lanzetförmigen Körper von 0,024 m. Länge und 0,012 m. Breite ausgedehnt.

Die eben angeführte Deutung von acht Mundarmen möchte ich entschieden als eine sehr gezwungene bezeichnen. Sie dürfte überhaupt nur dadurch erklärlich werden, dass Haeckel zu viel Gewicht auf den Abdruck legte und unseren Gegenabdruck zu wenig berücksichtigte. Betrachtet man nämlich den Abdruck allein und ohne ihn in der zweckmässigen Weise zu beleuchten, so könnte man wohl allenfalls eine Summe von vorstehenden Leisten für eine Anzahl dünner Arme halten und, da die prominirenden Partien eines plastischen Bildes stets mehr in die Augen springen, als die tiefer liegenden, die wahren Arme übersehen. Es dürfte jedoch einleuchten, dass auf dem Abdrucke (sensu strictiori) die Arme einer Meduse sich als Vertiefungen und Rinnen, aber nicht als Erhebungen und Kämme darstellen müssten. (Als Hervorragungen erscheinen sie auf dem Gegenabdrucke.) Es können mithin schon a priori die Arme Haeckel's keine solche sein, wenn anders nicht etwa Abdruck und Gegenabdruck*) mit einander verwechselt wurden. Letzteres ist jedoch entschieden nicht der Fall: die von Haeckel berücksichtigte Platte ist, wie er richtig angiebt, der Abdruck, was schon daraus ersichtlich ist, dass auf ihr die oberen, dem umgeschlagenen Schirme entsprechenden Partien (M und N) des Petrefacts concav sind. Die vorspringenden Leisten, aus welchen Haeckel die acht Arme construirte, können also, um es nochmals zu wiederholen, eben weil sie Leisten sind, nicht den Armen entsprechen. Prüft man übrigens diese angeblichen Arme genauer, so überzeugt man sich, dass da, wo die Leisten nicht ausreichen wollten, dieselben nicht nur stark ergänzt, sondern zu ihrer Ergänzung auch Furchen herangezogen wurden, so namentlich besonders für den Arm III. Um eine dreikantig prismatische Form an den Armen herauszubekommen, hat es einer sehr bedeutenden Restauration bedurft. Ähnliches gilt auch für die angeblichen lanzetförmigen terminalen Verbreiterungen der Arme. Veranlassung zu ihrer Aufstellung gab ohne Zweifel das lanzetförmige Planum g,

*) Die Termini Abdruck und Gegenabdruck an sich dürften wohl kaum zu Missverständnissen Veranlassung geben. Der Abdruck stellt die Eindrücke dar, welche ein beliebiger Körper in einer plastischen Masse hinterlässt, also so zu sagen, das Negativ des Körpers; während der Gegenabdruck den Ausguss, die Ausfüllungsmasse dieser Eindrücke, also das Positiv des Körpers bietet. Die Gypsformen der Modelleure sind daher Abdrücke, die Gypsabgüsse Gegenabdrücke. In ähnlichem Sinne definirte auch Haeckel beide Begriffe, wie schon im ersten Theile dieser Abhandlung gelegentlich betont wurde.

welches auf dem Gegenabdrucke als Mulde, auf dem Abdrucke aber als prominirende Platte erscheint. (Ich kann demselben keine besondere Bedeutung zumessen, sondern halte es für erstarrten Kalkbrei, welcher zwischen einen der Arme (C) und den hier von der Unterlage abgehobenen Schirmrand gedrungen war.) Ein anderes Planum (h), welches Haeckel für das Ende des Armes III hielt, hat eine ganz abweichende Form, ist nämlich nicht lanzetförmig, sondern dreieckig. Noch gezwungener scheint die Reconstruction der übrigen Armspitzen.

An die Stelle der acht Arme von Haeckel möchte ich fünf treten lassen. Vier davon (A, B, C und E) sind meiner Ansicht nach in hohem Grade deutlich wahrnehmbar; was jedoch den fünften (D) anbelangt, so dürfte er nur mit Reservation aufzustellen sein, wovon weiter unten ausführlicher. Auf unserem Gegenabdrucke erscheinen die Arme aus erhabenen Leisten oder Spangen, auf dem Abdrucke hingegen aus Rinnen zusammengesetzt. Ihre Basen reichen nicht etwa bis ans Centrum des Mittelfeldes Q, sondern sind gegen 0,03 m. von demselben entfernt, in einem die Convexität nach links unten richtenden Bogen angeordnet. Diese Basen werden deutlich durch eine bandförmige Erhabenheit (i) markirt, welche sich gleichsam durch sämmtliche Arme hindurchschlängelt und bogenförmig aus dem einen in den nächstfolgenden, benachbarten übergeht. Die zwischen den Armen gelegenen Abschnitte des Bandes sind beispielsweise 0,008 m. breit und stellen offenbar die Lippen oder Mundränder des Thieres dar. Die Arme waren gleichsam nichts weiter, als die in die Länge gezogenen Winkel des Mundes, ganz so, wie etwa bei einer Medusa oder Pelagia. Die Mundränder setzten sich auf dieselben fort und bildeten ihre beiden Seitenlamellen, denn die Mundarme stellten nach innen, gegen die Axe des Thieres, offene Rinnen, gleichfalls wie bei den eben erwähnten Medusengenera der Jetztzeit, dar. Von all diesen Verhältnissen geben uns die beiden Platten ein schönes Bild, besonders das Basrelief des Gegenabdruckes, um so mehr, als alle die einzelnen Arme verschieden liegen. So zeigt sich der oberste Arm A ganz im Profil; seine beiden Seitenlamellen decken sich vollkommen. Das Rücken- oder Mittelstück desselben dürfte in dem oberen Rande zu suchen sein. Grösstentheils verläuft er horizontal und nur sein peripherisches Ende krümmt sich hakenförmig abwärts. Dieses Ende ist weniger scharf ausgeprägt, woher es den Eindruck macht, als wäre der betreffende Arm bedeutend kürzer als die übrigen, doch misst er, gleich den anderen, ungefähr 0,08 m. — Der zweite Arm B ist schräg nach unten gerichtet und hat eine zungen- oder flammenförmige Gestalt. Er praesentirt sich offenbar von seiner äusseren oder dorsalen Fläche, ist entfaltet, daher auch seine beträchtliche Breite, welche die des Armes A um das Doppelte übertrifft. Seine seitlichen Partien werden von einer Zacke des Bandes (i) gebildet, während über sein sonst vertieftes Mittelfeld eine unregelmässige, erhabene Leiste der Länge nach hinzieht. Letztere dürfte dem Mittelstücke, der Rippe des Armes entsprochen haben. Mit dem vorhergehenden bildet der Arm B einen Winkel von etwa 45°. — Als der nächstfolgende Arm ist nicht etwa der unter gleichem Winkel gelegene, benachbarte E, sondern vielmehr der Arm C aufzufassen, und zwar deshalb, weil das Lippenband *i*, wie man deutlich wahrnimmt, von B, quer über die Basis von E weg,

direct nach C verläuft. E liegt also hinten oder unten und hat, indem er sich zwischen B und C lagerte, diese beiden aus einander gedrängt. — In Bezug auf seine Lagerung weicht der Arm C von beiden vorhergehenden ab, indem er sich in seiner oberen Hälfte in $^3/_4$, in seiner unteren im Profil praesentirt. An der oberen Hälfte laufen beide Seitentheile des Armes neben einander hin, während sie an der unteren wie die Deckel eines zugeschlagenen Buches einander decken. An dieser unteren Hälfte gewahrt man einige wellige Längsfurchen, sowie einen gleichfalls welligen Rand; was auf einen krausenförmig gefalteten Saum schliessen lässt. Auch die vorhin beschriebenen Arme lassen einen ähnlichen, wenn auch lange nicht so gut ausgeprägten Randsaum erkennen. Auf C, welcher ein so vortreffliches Habitusbild eines Medusenarmes gewährt, folgt der problematische Arm D. Nach rechts von dem Arme C sind nämlich zwei der Länge nach gefurchte Wulstungen vorhanden, welche ziemlich gerade von oben nach unten verlaufen und eine Furche k zwischen sich lassen. Letztere dürfte der mediären Rinne des Armes C entsprechen, um so mehr, als auch sie sich gleich der letzteren nach oben zu dreieckig erweitert. Abwärts lässt sich die Furche *k* bis an den Rand des Schirmes verfolgen. Ob sich das peripherische Ende des problematischen Armes über den Schirmrand geschlagen hat und alsdann in der flachen und glatten bandartigen Erhebung (l) zu suchen sei, oder ob es sich nach links gewandt und dem horizontalen Theile von C angeschmiegt haben mag, will ich dahingestellt sein lassen. Schwierigkeiten macht auch die stricte Begrenzung des fünften Armes nach rechts, doch hat ja der Arm B, mit welchem unser Arm D jedenfalls in Bezug auf seine Lage am meisten übereinstimmt, auch keine scharfe seitliche Begrenzungen. Leugnet man die Existenz des Armes D, so muss man entweder dem Arme C eine ganz monströse Breite vindiciren, oder die rechts von demselben liegenden, für die Arme so charakteristischen, leistenförmigen Erhebungen und Furchen vollkommen ignoriren. Der Verlauf des, von einem Arme zum anderen sich hinschlängelnden, die Lippen des Mundes repräsentirenden Bandes *i* ist, leider, rechts im Bereiche der Arme C und D unklar, dürfte aber im Ganzen eher für, als gegen den fraglichen Arm sprechen. Die erforderliche Verbindung des Armes D mit C einerseits und E andererseits liesse sich aus dem Gewirr sich kreuzender Bänder herausfinden. — Ueber den hinten liegenden Arm E genüge es, hier einzuschalten, dass er leicht S-förmig gebogen von oben und rechts nach unten und links verläuft. In seiner oberen Hälfte ist er scharf ausgeprägt und präsentirt sich in $^3/_4$, indem sich sein linker Seitenflügel zum Theil über den rechten schiebt. An der Grenze zwischen der oberen und unteren Hälfte wird der Arm plötzlich undeutlich, so dass er fast wie abgebrochen aussieht, wahrscheinlich weil er durch einen festeren (auf dem Gegenabdruck als unregelmässige Grube erscheinenden) Kalkklumpen behindert wurde sich der sonst weichen Unterlage genau anzuschmiegen. Zwischen den Armen E und A sieht man eine, wenn auch wegen ihrer tiefen Lage nur wenig angedeutete bandartige Spange hinziehen, durch welche der Kreis der Mundarme, resp. auch der Mundränder geschlossen wird.

Durch die vorstehende Beschreibung dürfte der Nachweis geliefert sein, dass die bis-

herige Ansicht, unser Petrefact gehörte einer Rhizostomide an, eine irrthümliche ist; da an demselben ein weites, von einer Anzahl rinnenförmiger Arme umstelltes Maul bemerkbar ist. Ihrem Gesammthabitus nach möchte die Meduse wohl zunächst an eine gedrungene Pelagia erinnern, wenn auch von Randtentakeln keine Spuren nachweisbar sind. Ihre auffallendsten Eigenthümlichkeiten wären in der Fünfzahl der Mundarme und Genitallöcher und in der Zehnzahl der Randlappen, mit einem Worte, in dem fünfstrahligen Körperbau enthalten; da sämmtliche bisher bekannte Medusen entweder nach dem Numerus 4 oder dem Numerus 6 gebaute Strahlthiere sind; wie denn überhaupt der fünfstrahlige Bau, welcher für die Echinodermen der typische ist, den Coelentraten fast fremd erscheint. Wir würden also in der Leptobrachites die erste fünfstrahlige Meduse begrüssen können, wenn anders meine Deutung das Richtige getroffen hat und nicht gar eine individuelle Anomalie vorliegt. Mit apodictischer Gewissheit bin ich freilich nicht im Stande, die Existenz der fünf Arme und Genitalsäcke, sowie der zehn Randlappen zu behaupten, ein Umstand, den ich hiermit ganz besonders betont zu haben wünsche.

Wie dem auch sei, jedenfalls wird die bisherige Vorstellung über unser Petrefact sehr modificirt. Die Modificationen sind so wesentlich, dass es nicht blos erlaubt, sondern auch geboten erscheinen dürfte, für den Namen Leptobrachites, welcher eine innige verwandtschaftliche Beziehung zum lebenden Rhizostomidengenus *Leptobrachia* L. Agass. ausdrückt, eine neue Benennung vorzuschlagen. Letztere möchte auch auf den Speciesnamen *trigonobrachius* auszudehnen sein, da die Mundarme unserer jurassischen Meduse nicht dreikantig, sondern rinnenförmig waren. Bei der allgemeinen gestaltlichen Aehnlichkeit des Thieres mit dem so bekannten recenten Genus Pelagia möchte der Name Pelagiopsis Leuckarti vielleicht annehmbar erscheinen.

Die kurze, freilich nicht in ihren Einzelheiten verbürgte Beschreibung der Meduse dürfte sich nach alle dem etwa folgendermassen gestalten.

Pelagiopsis Leuckarti *m.*

Leptobrachites trigonobrachius Haeckel.

Acraspede Meduse vom allgemeinen Habitus einer Pelagia, doch viel gedrungener, mit 5 (?) Armen in Umkreis eines weiten Mauls, mit kreisförmiger Centralcavität, 5 (?) Genitalsäcken und 10 (?) Randlappen.

Maasse: Querdurchmesser des Schirmes am Petrefact gemessen 0,17 m.; Gesammthöhe nach ungefährer Abschätzung 0,20; Länge des Stammes ungefähr 0,06; Breite 0,055; Länge der Arme 0,08; Tangentialdurchmesser der Randlappen 0,04.

Fundort: Jura, Solenhofen. Original aus einem Abdrucke nebst Gegenabdrucke bestehend, im Königl. Paläontologischen Museum zu München.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Allen Figuren gemeinsame Bezeichnungen:

A. Kuppel des Schirmes.
B. Mundscheibe (Stiel).
C. Füsschen oder Wurzeln derselben.
D. Basis der Füsschen.
E. Schirmrand.
F., F'. Peripherische Zone des Schirmes.
G. «Glatter Ring.»
H. Nierenförmige Platten, Decken der Genitalhöhlen.
L. Mundarme.
R_1. Vier Hauptradien.
R_2. Vier Interradien.
R_3. Acht Radien unteren Ranges.
a. Centrum der Mundscheibe und centrales Mundrudiment.
b. Primäre Schenkel des Mundkreuzes.
c. Secundäre Schenkel desselben.
d, e. Gleichschenkelige Dreiecke innerhalb des Mundkreuzes.
f. Coelenterische Centralcavität.
g. Winkel derselben.
h. Umgrenzung der nierenförmigen Platten (Decken der Genitalhöhlen) und theilweise der Centralcavität.
i. Ovale Fenster, Eingänge der Genitalhöhlen.
k. Circuläre Furche, vielleicht die Lage des Cirkelkanales andeutend.
m. Umgeschlagener Schirmrand.
s. Grenze des Mittelfeldes.
p, v, v'. Verdickungen des «glatten Ringes.»

Fig. I. Grosse lithographische Platte mit den beiden Abdrücken (A u. B) von Rh. admirandus Haeckel in $^1/_3$ natürlicher Grösse dargestellt.

Fig. II. Kleinere lithographische Platte mit dem Abdruck von Rh. lithographicus Haeckel in $^2/_3$ natürlicher Grösse dargestellt.

Beiden Zeichnungen liegen von Herrmann Krone in Dresden angefertigte Photographieen zu Grunde, an denen nur wenige Restaurationen angebracht wurden.

Fig. III. Das Petrefact eines Rhizostomites im Entstehen gedacht.

Fig. IV. Ungefährer Durchschnitt des Abdruckes vom grossen Exemplare des Rh. admirandus.

Fig. V. Restauration eines Rhizostomites; Ansicht von unten. Den relativen Grössenverhältnissen der Theile wurde möglichst Rechnung getragen. Am Schirmrande wurden, ausser den 128 Randlappen, zur näheren topographischen Orientirung auch die 16 Radien gezogen, in denen, nach der Analogie mit lebenden Formen, die Radiärkanäle verliefen. Aus demselbeu Grunde wurde gleichfalls die Lage von acht Randkörpern und die des Cirkelkanals hypothetisch eingetragen. In der Mitte der Zeichnung wurden die Füsschen und die durch ihre Verschmelzung entstandene Mundscheibe dargestellt. Die letztere strahlt in acht Arme aus, welche als an ihrer Basis abgeschnitten gezeichnet sind. Auf der Mundscheibe liegt das Mundkreuz, dessen secun-

däre Schenkel sich auf die oralen Kanten der Arme fortsetzen. Durch punktirte Striche sind die Decken der Genitalhöhlen, sowie die der coelenterischen Centralcavität angedeutet.

Fig. VI. Schematischer, verticaler Durchschnitt von Rhizostomites, in der Richtung eines Hauptradius (R_1). Derselbe entspricht in seinen Dimensionen möglichst genau der vorhergehenden Figur und scheint nur wegen der Krümmung, in kleinerem Maassstabe gezeichnet zu sein. Die Schirmkuppe und die abgeschnitten dargestellten Mundarme sind Ergänzungen. Die Krümmung des ganzen Schirmes, sowie die Weite der Centralcavität sind gleichfalls hypothetisch.

Taf. II.

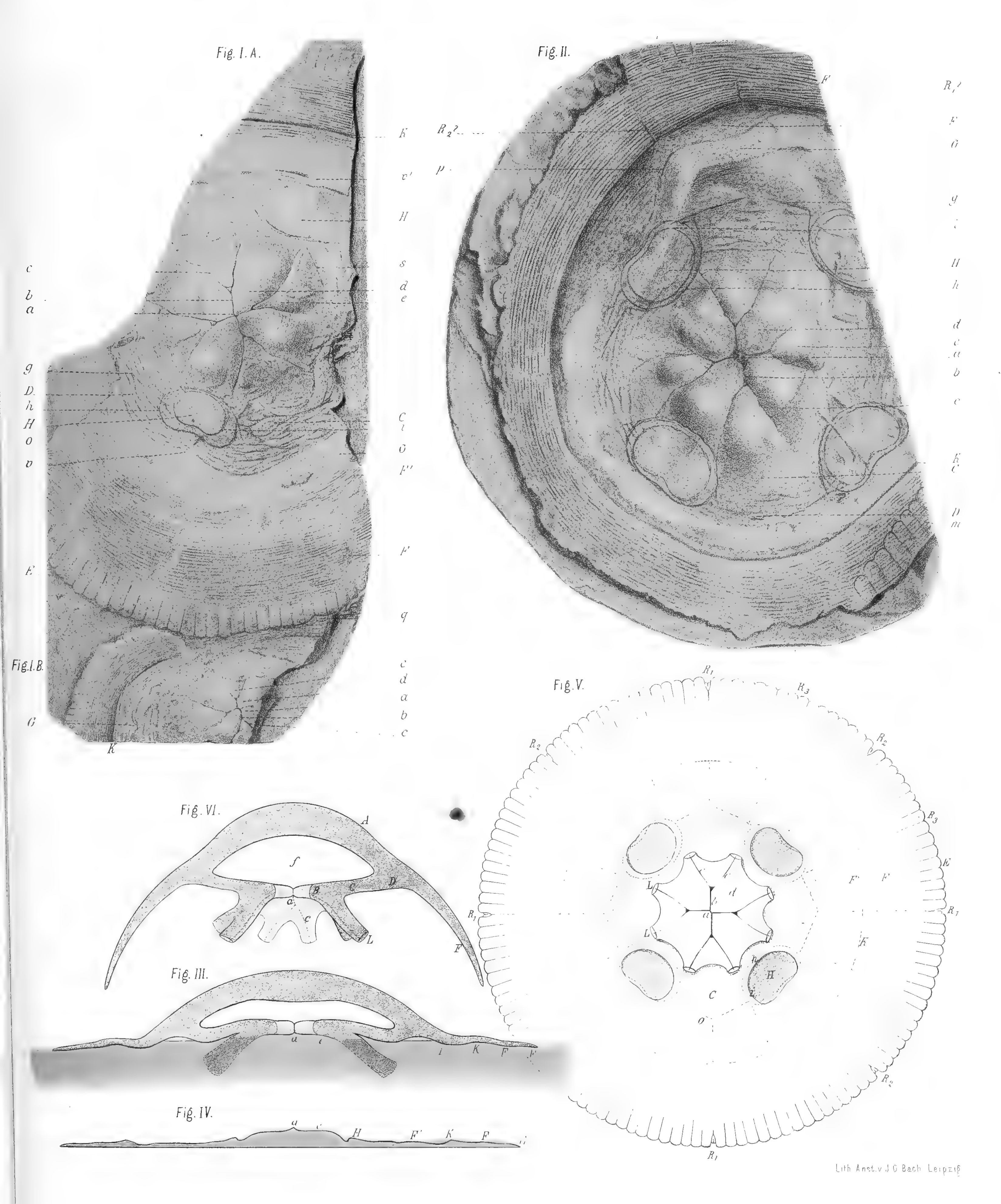
Fig. I. Gegenabdruck von Leptobrachites trigonobrachius Haeckel (Pelagiopsis Leuckarti m.), Photolithographie in natürlicher Grösse. Aus einiger Entfernung zu betrachten. Da bei der Aufnahme sich nicht alle Theile gleich günstig beleuchten liessen, so erscheinen manche derselben undeutlich.

Fig. II. Conturzeichnung desselben Objectes verkleinert und restaurirt.

A, B, C, E. Vier deutlich erkennbare Mundarme.
E. Problematischer fünfter Arm.
M. Ausdruck der Dicke des Schirmes.
N. Untere Fläche des Schirmes.
O. Ringzone mit den Eingängen in die Genitalhöhlen.
P. Uebergangsstelle des Schirmes in den Stiel.
Q. Wandung des Stieles.
R. Uebergang des Stieles in die Basen der Mundarme.
a. Begrenzung der Aussenfläche des Schirmes.
b. Begrenzung der Innenfläche des Schirmes.
c, c′, c″, c‴. Randlappen.
f. Umriss der coelenterischen Centralcavität.
i. Lippen des Mundes und Seitenplatten der Mundarme.
o, o′, o″. Eingänge der Genitalhöhlen.

Fig. III. Conturzeichnung desselben Petrefactes nach Haeckel's Restauration verkleinert und, des Vergleiches wegen, umgekehrt (Rechts und Links vertauscht).

I — VIII Mundarme.


Fig. I. A.
Fig. I. B.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Fig. V.
Fig. VI.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Photolithographisches Jnstitut v. Fr. Manecke in Leipzig.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, № 12.

EMBRYOLOGISCHE STUDIEN
AN
WÜRMERN UND ARTHROPODEN

VON

A. Kowalevski,
Professor in Kiew.

Mit 12 Tafeln.

Présenté à la Classe Physico-Mathématique de l'Académie des sciences le 18 novembre 1869.

St.-PÉTERSBOURG, 1871.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Odessa: M. A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 1 rbl. 70 cop. = 1 Thlr. 27 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Avril 1871. C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
Wass.-Ostr., 9 ligne, № 12.)

Inhalt.

Erster Theil.

Zweiter Theil.

VORWORT.

Das vorliegende Werk besteht aus zwei Theilen; in dem ersten wird die Entwickelung der Würmer, — Sagitta, Euaxes und Lumbricus, in dem zweiten die Entwickelung der Insecten, — Hydrophilus, Apis und einiger Schmetterlinge, behandelt; am Schlusse jedes Theiles habe ich die Hauptresultate zusammengefasst und mit ähnlichen Vorgängen der Entwickelung anderer Thiere verglichen. In der allgemeinen Einleitung spreche ich sowohl von meinen, in dies Werk nicht eingeschlossenen Untersuchungen, wie auch von den allgemeinen Anschauungen welche in der Embryologie der wirbellosen Thiere jetzt angenommen sind.

Einleitung.

In einer Reihe von Abhandlungen, welche im Jahre 1867 in «den Memoiren» der Akademie der Wissenschaften gedruckt wurden, habe ich auf die grosse Aehnlichkeit hingewiesen, welche in der Entwickelung, so auch dem Bau der Larven der verschiedenen Thier-Typen existirt; auf diese Thatsachen mich stützend, hielt ich es für möglich, die Zellenschichten oder die Keimblätter derselben mit einander zu vergleichen. — Meine Ansichten aber wurden von zwei Forschern, deren Anerkennung mir am werthesten wäre, nämlich von Elias Metschnikoff[1]) und Semper[2]), zurückgewiesen und beide, obgleich sie im Ganzen die Keimblätter-Theorie anerkennen, liessen keinen Vergleich zwischen den Keimblättern der Wirbelthiere und der Wirbellosen zu. — Ich war desshalb gezwungen neue Thatsachen zu suchen und neue Beweise aufzufinden, welche die weiteren Schicksale der von mir angenommenen Keimblätter darstellten. Die Entwickelung der Wirbelthiere wurde hauptsächlich durch die Untersuchung der feinen Querschnitte, welche man von den verschiedenen Stadien anfertigte, erkannt; ich habe mich entschlossen dieselbe Methode auch bei den Wirbellosen anzuwenden.

In Kasan, wo ich mich damals befand, hatte ich nur eine geringe Auswahl von Material und ich ging Anfangs an die Untersuchung der Hirudineen, dann der Oligochaeten und endlich einiger Insecten und Krustern. Die Embryonen der Hirudineen erwiesen sich aber zu Querschnitten nicht ganz passend, und es gelang mir nur mit grösster Mühe,

1) Журн. Мин. Народ. Просвѣщенія. Апрѣль.

2) Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. Heft 4.

einige feine Querschnitte anzufertigen, auf welchen ich die Scheidung in Keimblätter und die Bildung des Nervensystems aus dem oberen Blatte sehen konnte, aber nicht den Keimstreifen, aus dem sich lediglich die Muskeln entwickeln. — Ich war aber viel glücklicher in meinen Studien, als ich die Eier von Euaxes und Lumbricus erhielt; an diesen für die Querschnitte, besonders von Euaxes, günstigen Eiern war ich im Stande, die Bildung der Keimblätter und aus denselben die der Organe mit vollständiger Sicherheit zu verfolgen. Es erwies sich, dass bei der Entwickelung der Oligochaeten sich dieselben Keimblätter bilden, welche wir für die Wirbelthiere anerkennen, die Abstammung des mittleren Blattes von dem primitiven unteren war ganz deutlich zu sehen, und besonders die Bildung des Nervensystems aus dem oberen Blatte liess nicht den geringsten Zweifel für diejenigen, wie Herr Professor N. Wagner, Owsjannikoff, Melnikoff, Bobretzky und andere meiner Collegen, welche meine Präparate durchsahen.

Im Frühlinge dieses Jahres ging ich an die Untersuchung der Insecten und wandte bei deren Entwickelung dieselbe Methode an; ich kam auch hier zu mehreren ganz unerwarteten Resultaten, welche hier im Folgenden angeführt sind. Obgleich ich die Hirudineen und Crustaceen in den Kreis meiner Beobachtungen zog, so warte ich doch mit der Veröffentlichung dieser Studien, so wie auch mit denjenigen der Entwickelungsgeschichte der Stubenfliege, bei welcher ich die Bildung des zweiten Blattes ganz ebenso vorfand wie bei Hydrophilus, und bei welcher ich das Ammion und die seröse Hülle entdeckte, bis zu einer anderen Gelegenheit, da bis jetzt diese Beobachtungen noch zu lückenhaft sind. Hier möchte ich nur Folgendes bemerken. — Beim Flusskrebs scheint das zweite Blatt wie bei den Insecten zu entstehen, indem auch hier eine rundliche Einstülpung des Blastoderms zu beobachten ist, welche sich später schliesst[1]). — Die Abstammung des Nervensystems von dem oberen Blatte habe ich ganz deutlich an den Embryonen beobachtet, bei welchen die Extremitäten schon auszuwachsen anfingen. Von den Hirudineen habe ich die Entwickelung von Nephelis und Clepsine beobachtet. Was die Entwickelung der Nephelis anbelangt, so gehen die ersten Vorgänge der Furchung und Bildung des Blastoderms ganz in derselben Weise vor sich, wie sie von Rathke[2]) ganz naturgetreu beschrieben sind; die Stadien Fig. 10, 12 Taf. I. habe ich noch bis jetzt in Essigsäure und Glycerin ganz schön aufbewahrt. Ich kann mir nur nicht erklären, dass Herr Dr. Fritz Ratzel[3]) mit solcher Bestimmtheit sagt: eine regelrechte Furchung, wie sie Rathke von Nephelis beschreibt, kommt weder hier noch im Lumbricus vor (p. 282), um so mehr, da bei Nephelis alle in der Kapsel eingeschlossenen Eier befruchtet sind und sich weiter entwickeln; hier sind die

---

1) Lereboullet (Embryologie comparée p. 260) glaubt, dass daraus der Hinterdarm entstehe; ich habe gesehen, dass sich im Gegentheil die Zellen des Rohres ausbreiten, war aber damals in der Weiteruntersuchung gestört, hoffe aber bald, die Lücke zu füllen, da ich jetzt (October) wieder Krebse mit Rogen erhalten habe.

2) Rathke. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hirudineen. 1862.

3) Dr. Ratzel Vorläufige Nachricht über die Entwikkelungsgeschichte von Lumkricus und Nephelis p. 281. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XIX.

Zersetzungsstadien zu selten, als dass man sie als normal ansehen könnte. Was die Scheidung der Blätter anbetrifft, so ist dieselbe schon auf der Fig. 13 Taf. I. bei Rathke zu entdecken; die oberen Zellen ff. bilden das obere oder sensorielle Blatt, die zwischen denselben und den grossen Fuchungs-Kugeln liegenden — das Darmdrüsenblatt, Fig. 14 u. 15, und die drei grossen Kugeln — das mittlere Blatt. Weiter umwachsen die Zellen des oberen Blattes die ganze Masse von allen Seiten; die Darmdrüsenblattzellen wachsen sehr schnell, verlieren ihr körniges Aussehen, werden zu grossen hellen Zellen und drängen dabei die grossen Zellen des mittleren Blattes nach hinten, welche durch Abschnürung zwei Zellenreihen bilden, die die bekannten Keimstreifen der Nephelis sind. Der Wulst *a* der Fig. 1 Taf. II. von Rathke, bildet sich unabhängig vom mittleren Blatte, und der Oesophagus entsteht als eine Spalte in demselben. Bei der Clepsine ist die Entwickelung eine andere; da ich aber zur Zeit der Entwickelung derselben gerade mit den Accipensern beschäftigt war, so bewahrte ich nur mehrere Stadien in schwacher Chromsäure auf; an Querschnitten derselben konnte ich mich später nur von der Abstammung des Nervensystems vom oberen Blatte überzeugen. Bei der weiteren Verfolgung der Entwickelung der Nephelis habe ich mich auch von der Bildung der Spaltung in Keimstreifen überzeugt und von dem Uebergange dieses Spaltes in die seitlichen Gefässe; also auch vom embryologischen Standpunkte aus wären die seitlichen Gefässe der Hirudineen als der Leibeshöhle der anderen Würmer entsprechend anzusehen. Ungeachtet aller meiner Bemühungen ist es mir noch nicht gelungen Eier von *Hirudo medicinalis* zu erhalten; glücklicher Weise besitzen wir über dieselben die schönen Untersuchungen von Leuckart, aus welchen wir wohl schliessen können, dass da eine Einstülpung der einen Seite der Furchungskugel vor sich geht, und dass die durch Einstülpung gebildete Höhle zur Darmhöhle wird, dass später der Keimstreifen aus den Zellen des mittleren Blattes oder den Zellen, welche zwischen dem Darmdrüsenblatte und dem oberen Blatte liegen, entsteht; es wird vielleicht auch nicht gewagt sein, nach der Bildung des Nervensystems bei Nephelis, Clepsine, den Oligochaeten und den Arthropoden, hier anzunehmen, dass dieselben vom oberen Blatte abstammen, und in diesem Falle können wir in der Entwickelung der Oligochaeten und Hirudineen zwei bestimmte Typen der Entwichelung finden, zwischen denen die Nephelis-Entwickelung einen Uebergang darstellt. Ueber die Keimblätter der Würmer ist bis jetzt nur sehr Weniges oder auch gar nichts bekannt; die einzigen genauen Untersuchungen über die embryonalen Processe bei denselben sind die Beobachtungen von Rathke über die Hirudineen, welche übrigens die Frage von den Keimblättern nicht berühren. Wenn über die Anwesenheit der Keimblätter bei den Würmern sehr wenig geschrieben wurde, so ist ganz das Gegentheil mit den *Arthropoden* und besonders den Insecten geschehen; bei diesen war es, dass von den besten Forschern die einen die Blätter annahmen, die anderen sie leugneten; dabei spielten nicht die unmittelbaren Beobachtungen eine so grosse Rolle, wie die theoretischen Anschauungen, — man suchte, namentlich, nicht genug feste, unzweideutige Thatsachen zu gewinnen und dann die Resultate zu vergleichen, sondern die nicht tief ein-

greifenden Beobachtungen sogleich den herrschenden Ansichten der Entwickelung der Wirbelthiere anzupassen. So geschah es mit Kölliker[1]), so mit Zaddach[2]). Zur Zeit der Untersuchungen von Kölliker wurden bei den Wirbelthieren die serösen und mucösen Blätter angenommen; Kölliker fand dieselben auch bei den Insecten. Zur Zeit von Zaddach herrschten die Ansichten von Remack, und Zaddach fand auch wirklich eine vollständige Analogie der Keimblätter der Insecten mit denen, welche Remack für die Wirbelthiere annahm, nur mit dem geringen Unterschiede, dass das Darmdrüsenblatt bei den Insecten etwas später auftritt als bei den Wirbelthieren. Dass die Beobachtungen von Zaddach nicht auf unzweideutigen Thatsachen gegründet sind, sondern auf ziemlich schwankenden Ergebnissen, welche auch gewöhnlich dem Wunsche nach zu erklären sind, erweiset sich wirklich aus dem Umstande, dass er die Embryonalhäute für das Hornblatt ansah, also von demselben nicht nur die Haut, sondern auch das Nervensystem abstammen liess. Leuckardt trat den Ansichten von Zaddach bei. So standen die Sachen, als die, so zu sagen, in der Embryologie Epoche machenden Studien von Weissmann[3]) erschienen; von ihm wurden Zaddach's Ansichten von den Keimblättern widerlegt, indem Weissmann bewiess, dass das Hornblatt von Zaddach in seinen meisten Theilen eine provisorische Hülle sei. Weissmann nahm keine Keimblätter an und liess auch keine Parallelisirung zwischen der Entwickelung der Arthropoden und der Wirbelthiere zu, und das war auch wirklich das Einzige, was man bei den thatsächlichen Verhältnissen damals thun konnte. — Nun aber kamen die Untersuchungen von Elias Metschnikoff, welcher bei den Insecten embryonale Häute, welche dem Amnion und der serösen Hülle der Wirbelthiere zu vergleichen waren, entdeckte. Wenn in der Bildung der embryonalen Häute eine Vergleichung anzunehmen war, warum sollte man die Analogien nicht weiter führen? Metschnikoff nahm das Dasein der Keimblätter wirklich an, obgleich auf sehr schwachen thatsächlichen Gründen gestützt, wesshalb ich auch seine Ansichten mehr zu den theoretischen Anschauungen rechne. Er sagt selbst[4]): «Wenn ich eben so wenig wie Weissmann mich von der Anwesenheit der differenten Keimblätter bei den Insecten überzeugen konnte, habe ich doch Einiges beobachtet was auf eine gewisse Differenzirung des Keimstreifens in früheren Perioden hindeutet»; und nun, sich darauf stützend, dass in den Extremitäten die zwei Blätter ausgeprägt sind, nimmt Metschnikoff zwei Keimblätter an — das Haut- und Muskelblatt. Die Ansicht von E. Metschnikoff über die Keimblätter fand keine allgemeine Anerkennung, da die Beweise zu schwach waren. — Weiter stützte sich Metschnikoff bei der Annahme der Keimblätter besonders auf den Scorpion, wo er die Scheidung in Haut- und Nervenmuskelblatt mit ausgezeichneter Klarheit beobachtete, hob aber dabei hervor, dass, wenn die

1) Kölliker. De prima insectorum gensis. 1842.
2) Zaddach. Entwickelung d. Phryganiden-Eies 1854.
3) Weissmann. Die Entwickelung der Dipteren. Zeitschrift. für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 13.
4) Embryologische Studien. Zeitsch. für wissenschaftl. Zoologie Bd. 16. p. 487.

Keimblätter-Theorie auch auf die Arthropoden zu übertragen sei, so wären doch die Blätter bei den Insecten nur spurweis angedeutet. Also, wenn die Keimblätter angenommen, aber von ihren Vertheidigern selbst nur als «spurweise existirend»[1]) bezeichnet werden, liessen sie sich mit denjenigen der Wirbelthiere nur in dem Falle vergleichen, wenn man die Nervenkette der Athropoden mit den Spinalganglien der Wirbelthiere vergleiche und dem typischen Rückenmark der letzteren bei den Arthropoden kein Analogon suche. Bald aber, nach dem Erscheinen der «Studien» von Metschnikoff, erhielt die Vergleichung der Keimblätter der Arthropoden mit denen von Wirbelthieren eine unerwartete Stütze in einem Forscher, welcher sich als Gegner der Keimblättertheorie aussprach, nämlich in Ganin, und zwar in seiner Untersuchung über die Entwickelung des Scorpions. Ganin bewies, dass das Nervensystem sich nicht aus dem Nerven-Muskelsystem (wie Metschnikoff sagte) entwickelt, sondern aus der oberen Zellenschicht, in welchem Falle dasselbe dem oberen- oder dem Sinnesblatte zu vergleichen wäre; weiter gab Ganin an, dass sich das Darmepithelium aus einer Dotterrinde bilde, also aus einer Zellenschicht, welche unter dem Nerven-Muskelblatte liege[2]). — Für Jeden, der die Keimblätter anerkannte, wurde von Ganin alles gegeben, um die des Scorpions mit denjenigen der Wirbelthiere zu vergleichen. Es war ein oberes Blatt, aus welchem das Nervensystem und die Haut entstand, eine Schicht Zellen, welche das Epithelium des Darmkanals lieferte und eine dazwischen liegende Zellenschicht, aus welcher alle anderen Organe sich bildeten, — also in erster Reihe die Muskeln. Nach der Veröffentlichung dieser höchst wichtigen Angaben von Ganin, ging Metschnikoff zur Prüfung derselben, erkannte wirklich die drei Zellenschichten oder die drei Keimblätter und hielt nur soviel an seinem früheren Nervenmuskelblatt, gegen die positive Angabe von Ganin, dass das Nervensystem von der oberen Zellenschicht entstehe, fest, dass er einen Theil des Nervensystems aus dem oberen, den andern aber aus dem Nervenmuskelblatt abstammen liess.

So standen die Sachen, als ich mich zur Untersuchung der Insectenentwickelung wandte und mich entschloss, streng an das Thatsächliche mich zu halten und in keiner Weise von den theoretischen Ansichten mich leiten zu lassen, welche der Embryologie der Arthropoden so nachtheilig gewesen sind.

Meine eigenen Untersuchungen über die Embryologie sind an Repräsentanten verschiedener Ordnungen angestellt und führen zur Anerkennung der Keimblättertheorie. Die Keimblätter aber, welche ich annehme, haben nur soviel Gemeinsames mit den von Metschnikoff beschriebenen, als es Keimblätter sind, aber sowohl ihre Bildung, als es auch ihre weiteren Schicksale sind ganz von jenen verschieden. Mein oberes oder Sinnes-Blatt ent-

1) Embryologische Studien p. 487. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 16.

2) Ganin nahm an, dass die Zellen des Darmdrüsenblattes aus der Dotterrinde, also, anfangs, nicht zelliger Elemente, abstammen; das ist aber eine Frage, welche die genesis der Blätter, aber nicht die der gebildeten Zellen anbelangt.

spricht dem der Wirbelthiere, das zweite oder untere wäre dem Muskelblatt der Sagitta und weiter auch demjenigen der Wirbelthiere zu vergleichen; das Darmdrüsenblatt der Insecten, welches durch Biegung und Verflachung der Randzellen des unteren Blattes entsteht, hat kein Analogon bei den Wirbelthieren, sondern ist ein den von mir untersuchten Insecten speciell zukommendes Gebilde. — Dem Darmdrüsenblatte und später dem Darme der Wirbelthiere als irgendwie entsprechend, wäre vielleicht die Rückenplatte und das Rückenrohr des Hydrophilus und der Phryganiden zu vergleichen und zwar aus folgenden Gründen. Wenn die seröse Hülle der Insecten dem Pylidium entspricht, so ist die Bildung des Darmes des Pylidium der Bildung der Rückenplatte und des Rückenrohres des Hydrophilus gleich. Da der Darm des Pylidium wohl dem der anderen Thiere, z. B. Sagitta, Amphioxus, homolog ist, so könnte man auch die Rückenplatte derselben vergleichen und, weiter in der Richtung gehend, könnte man die einzelnen Theile der Entwickelung des Hydrophilus mit derjenigen der Sagitta vergleichen; namentlich, die erste Einstülpung bei der Sagitta (Taf. I) liefert das Muskelblatt und die Leibeshöhle; die erste Einstülpung liefert beim Hydrophilus das Muskelblatt, die zweite Faltung der schon eingestülpten Schicht giebt den Darm, die zweite Faltung des Rückentheils des Blastoderms liefert das Rückenrohr. Daraus könnte man auch den Schluss ziehen, dass Sagitta eine bleibende geschlechtliche Form ist, welche am meisten an die provisorischen, schwimmenden, serösen Hüllen, wie bei Pylidium, erinnert.

Die Schnitte, auf welche ich die meisten meiner Resultate gründe, sind nach der von P. Schicker angegebenen Methode angefertigt und später mit der *Camera lucida* gezeichnet, so dass die Figuren eine genaue Copie derselben darstellen, was auf den bis jetzt aufbewahrten Präparaten zu sehen ist, und desshalb auch denjenigen einen festen Punkt zur Vergleichung geben, welche mit mir nicht übereinstimmen werden.

---

1) Die Entwickelung des Pylidium aus dem Eie wurde von mir schon im März 1868 verfolgt; ich gab die Resultate und Zeichnungen Herrn. El. Metschnikoff zur Veröffentlichung in seiner allgemeinen Untersuchung über Nemertinen und Echinodermen. — Der Darm des Pylidium bildet sich durch Einstülpung des Blastoderms, resp. der serösen Hülle.

ERSTER THEIL.

BEITRÄGE ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER WÜRMER.

Entwickelungsgeschichte der Sagitta.

Taf. I und II.

Von der Entwickelung der Sagitta besitzen wir nur die Untersuchungen von Gegenbaur[1]) und einige Bemerkungen von Darvin[2]); in Betreff des letzten Forschers ist es ganz unzweifelhaft, dass er anstatt der Eier der Sagitta die eines Fisches unter der Hand hatte. Ich selbst stellte meine Beobachtungen an den Eiern der kleineren Sagitta an, die ich mir entweder mit dem pelagischen Netze verschaffte, oder von den in Gefangenschaft gehaltenen Sagitten erhielt. Die ersten Stadien, d. h. die Furchung und Bildung der Furchungshöhlen, hat Gegenbaur genau beschrieben, wir wenden uns desshalb zu den folgenden Stadien, welche sich ganz anders verhalten, als es dieser Forscher angiebt. Nämlich, nach der Furchung, nachdem das aus einer Reihe von Zellen gebildete Blastoderm entstanden ist, das eine Furchungshöhle umgiebt, stülpt sich eine Seite des Blastoderms in die andere, und es bildet sich so eine schon vielfach von mir beschriebene Form des Embryo (Taf. I Fig. I) die uns als Ausgangspunkt unserer weiteren Beschreibung dienen wird.

Zwischen den beiden Zellenwänden sieht man noch den Rest der Furchungshöhle (h), die bei noch tieferer Einstülpung (Fig. 2) zu einem einfachen Spalte wird. Es entstehen auf diese Weise zwei Zellenreihen, welche ich als Keimblätter ansehe und dieselben als oberes Sinnes- oder sensorielles Blatt und als unteres oder auch als zweites Blatt bezeichne. Bei der weiteren Entwickelung wird die Oeffnung der Höhle nach aussen immer kleiner, und zugleich verlängern sich die Zellen des unteren Blattes etwas an ihrer oberen Seite (Fig. 3*e*) und verengeren dabei die obere Partie der eingestülpten Höhle; weiter beobachtet man, dass sich die verlängerten Zellen an einer Stelle vom oberen Blatte abzuheben beginnen, und sich an dieser Stelle bald zwei wahre Falten bilden, welche die obere Partie der eingestülpten Höhle in drei Abschnitte theilen (Taf. I Fig. 5),—in eine innere (*f.*)

1) K. Gegenbaur. Entwickelung der Sagitta. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Halle 1857.

2) Darvin. Annals and Magazin of natural history. ol. XIII.

und zwei seitliche (*l*). Zu gleicher Zeit verdünnt sich das obere Blatt an der Stelle, wo die Wandungen der Falte *ef.* an dasselbe stossen (Fig. 5. *O.*). Hier entsteht eine Oeffnung (Fig. 6), durch welche sich die Höhle der Falten nach aussen öffnet. Während dieser Vorgänge beobachtet man, dass die Oeffnung von der Einstülpung *n* schon etwas nach der Seite geschoben wird und auf der Fig. 6 schon ganz seitlich liegt. Die Fig. 7 bis 10 zeigen uns schon mehr entwickelte Stadien, wobei sich der Embryo mehr in die Länge zieht. Die Oeffnung *n* rückt immer weiter nach oben, und auf der Fig. 12 konnte ich dieselbe schon nicht mehr auffinden; es ist desshalb wohl anzunehmen, dass die Zellen, welche sie umgrenzten, ganz zusammengerückt sind. Die entstandenen Theile erweisen sich nun folgendermassen: *o* wird zur Mundöffnung, das nach unten hängende Rohr — zum Darmkanal, die Zellen *d.d.* machen das Epithel des Darmkanals aus und die Zellen *df.* bilden die Anlagen des künftigen *Darmfaserblattes.* Der Embryo der Fig. 7 von oben angesehen, also im Querschnitt, giebt uns die Fig. 9, in welcher die innere Höhle (*h*) das Lumen des Darmkanals und *dd* dessen Epithel ist, *df* ist das Darmfaserblatt, *hpl* — Hautplatte, und nach aussen liegt das noch unveränderte sensoriele Blatt (sb). Auf derselben Figur beobachten wir auch, dass die durch Einstülpung entstandene Höhle in drei Abschnitte zerfällt, die nicht unmittelbar mit einander seitlich zusammenhängen, sondern sie münden, wie man bei einer etwas schiefen Einstellung der Eier sieht (Fig. 8), in den unteren Raum der eingestülpten Höhle, und communiciren nur durch diese mit einander. Die Ränder, die die seitlichen Höhlenabschnitte umgrenzen, stehen nach oben wie nach unten in gewisser Entfernung von einander und schmelzen nur in den späteren Stadien, wo sie das obere und untere Mesenterium der erwachsenen Sagitta bilden, zusammen. Der Embryo der Fig. 10 beginnt sich schon in der Eihaut zu krümmen, und bald sieht man, dass sich das Kopf- und Schwanzende mit einander berühren (Fig. 12), wobei man am Kopfende dieselben Zellenschichten unterscheidet wie oben; am hinteren oder Schwanzende bleibt die eingestülpte Höhle noch ungetheilt, und die Einstülpungsöffnung ist schon nicht mehr aufzufinden (Fig. 11 und 12). Bei seinem weiteren Wachsthum bemerkt man keine wesentliche Veränderung an der Organisation des Embryo; er wächst bedeutend in die Länge, krümmt sich einige Male im Eie, der Schwanz wird dünner, und man bemerkt an demselben die mittlere Scheide, deren Bildung ich aber nicht verfolgen konnte; ich kann desshalb nur die Vermuthung aussprechen, dass die Wandungen der beiden äusseren Falten da, wo das Darmrohr aufhört, zusammentreten und, weiter nach unten wachsend, die Scheidewand bilden, welche auch bei den erwachsenen Sagitten dieselbe doppelte Zusammensetzung zeigt wie das Mesenterium, indem sie auch dessen unmittelbare Fortsetzung ist. Nach dem Ausschlüpfen der jungen Sagitta (Fig. 13) findet man fast schon alle Organe, welche sich in der erwachsenen vorfinden, nur sind die Kiefern und das Nervensystem nicht ausgebildet, dagegen sind die inneren Organe — Darm und Muskeln — schon vollständig da. Die Muskeln sind schon deutlich quergestreift, bilden aber eine ganz dünne Lage, und man kann mit vollständiger Sicherheit annehmen, dass die Muskeln aus dem äusseren Theile der Zellen des

unteren Blattes entstanden sind, da die Grenzlinie der ursprünglichen zwei Blätter während der ganzen Entwickelung scharf und deutlich ausgeprägt ist. Von den Zellen, welche das untere Blatt zusammensetzen, theilen sich jederseits Reihen von Zellen, welche, auf den Muskelzellen liegend, die ganze Leibeshöhle auskleiden und mit grösserer und geringerer Deutlichkeit zu sehen sind (Fig. 14). An der jungen Sagitta fällt besonders die ungemeine Dicke der Haut am Kopfe und Rumpfe auf, wo sie aus dem äusseren sehr deutlichen Epithel und der darunter liegenden Schicht besteht. Man vermag in der letzten deutliche Zellengrenzen nicht zu unterscheiden, sondern Kerne und eine sie umlagernde feinstreifige oder punktartige Masse (Fig. 14). Beim Wachsthum der jungen Sagitta sieht man, dass dieser verdeckte Theil der Haut immer in der Mitte bleibt, während er sich am vorderen und hinteren Ende des Rumpfes, d. h. in der Nähe des Kopfes und vor dem Anfang des Schwanzes immer mehr verdünnt und selbst eine schwache Andeutung der Grenze dieser Schicht hier gesehen werden kann (Fig. 15. kk'). Bald nimmt diese Schicht die mittlere Hälfte des ganzen Rumpfes ein und concentrirt sich dabei immer mehr und mehr an der Bauchseite; man findet bei weiterer Verfolgung, dass sich daraus das Bauchganglion entwickelt, welches sich Anfangs noch sehr weit auf die beiden Seiten des Körpers ausdehnt, später aber sich immer mehr und mehr auf die Bauchseite zusammenzieht (Fig. 16). Am Kopfende tritt die Zellenmasse, welche unmittelbar unter dem Epithel liegt, sehr weit nach vorn und bildet während der Entstehung der Augen einen wulstartigen Vorsprung am vorderen Ende des Kopfes, welcher die Anlage des Kopfganglions ist (Taf. II Fig. 18). Diese anfangs sehr undeutlich abgegrenzten Massen werden bald immer deutlicher, und man kann bei den noch kleinen, aber frei schwimmenden Sagitten fast alle Uebergänge zwischen den sich gebildeten Bauch- und Kopfganglien und der früher unter dem Epithelium gelegenen, punktförmigen Masse mit Kernen beobachten. Die Resultate der Bildung der Nervencentren regten mich an, die Frage über den sogenannten Bauchsattel der Sagitta zu prüfen, um die vielfach widersprechenden Angaben, welche über diesen Punkt existiren, zu beseitigen. Das Nervensystem der Sagitten wurde schon längst entdeckt und von Krohn[1]) in seinen einzelnen, allerdings nur gröberen Theilen ganz genau beschrieben. Ungeachtet dessen wurden seine Angaben in Bezug des Bauchganglions von Busch[2]) geleugnet, der sich hauptsächlich darauf stützte, «dass das Nervencentrum nicht ausserhalb der Körperwandungen liegen könne». Krohn [3]) hat seine früheren Angaben über das Bauchganglion gegen Busch vertheidigt. In der neueren Zeit aber tritt wieder Herr W. Keferstein[4]) gegen die Nervennatur des Bauchganglions auf und führt fast dieselben Gründe wie Busch an; er sagt: «Krohn hat bekanntlich diesen oft so sehr grossen Bauch-

1) Krohn. Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata. Mit 1 Taf. Hamburg. 1844.

2) Beobachtungen über Anat. u. Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. pag. 98.

3) Krohn. Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1853, pag. 140.

4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie pag. 130.

sattel für einen Nervenknoten ausgegeben, ich kann ebenso wie Busch nicht daran zweifeln, dass dieser vorzügliche Forscher in diesem Punkte sich geirrt habe, denn dieser Sattel liegt ausserhalb der Muskelhaut des Thieres und mit dem Gehirne, das man im Kopfe erkennen kann, steht er in keinem Zusammenhang». Die letzte Meinung ist auch von Leuckart und Pagenstecher sowie von Gegenbaur ausgesprochen. Aus dem schon oben Gesagten geht hervor, dass ich den neueren Forschern gegenüber die Angaben von Krohn über das Bauchganglion aufrecht erhalte und ich hoffe, auch meine Leser in folgenden Zeilen darin zu überzeugen. Das Bauchganglion liegt ganz ausserhalb der Muskelhaut, unmittelbar unter dem Epithel der Haut und ist bei den jungen Sagitten so lang und breit, dass es sich ziemlich weit auf die Seiten des Körpers fortsetzt, wie auf dem Querschnitt einer jungen Sagitta (Fig. 17) deutlich zu sehen ist. Bei den erwachsenen, grossen Sagitten nimmt es einen verhältnissmässig viel kleineren Raum auf der Bauchseite des Thieres ein, springt nur unbedeutend hervor und fällt nur bei todten und conservirten Thieren in die Augen. Betrachten wir das Bauchganglion der erwachsenen Sagitta von unten, bei geringer Vergrösserung, so erweist es sich als ein länglich-ovaler oder viereckiger Körper mit vier grossen Nervenstämmen, von denen zwei am vorderen Ende sich nach dem Gehirne oder Kopfganglion begeben, die, wie Krohn ganz richtig angegeben hat, mit den seitlichen Nerven des Kopfganglions zusammenhängen; es entsteht somit eine ähnliche Commissur, wie bei den Hetoropoden und einigen Rückenkiemern; auch gehen vom hinteren Ende des Ganglions zwei Nervenstämme nach vorn. Ausser diesen vier grossen Nervenstämmen gehen nach beiden Seiten des Ganglions noch 12—13 kleine, von denen die mittleren unter einem rechten Winkel abgehen, die peripherischen dagegen sich mehr nach der einen oder anderen Seite richten. Das Ganglion selbst besteht aus einem centralen, faserigen und oberflächlichen zelligen Theile. Im centralen, mehr dunkelen Theile bemerkt man eine etwas hellere Mittellinie, welche das Ganze in zwei, scheinbar gleiche Hälften theilt. Ausserdem geht noch in jede Hälfte ein heller, breiter Streifen, welcher auf dem Querschnitt als eine hier liegende Höhle erscheint. Die Qnerstreifung, welche besonders deutlich ist, kommt von sehr dicken Fortsätzen der oberen Zellen (Fig. 18, 19), welche sich von einer Seite des Ganglions auf die andere ziehen; ob diese Zellen-Fortsätze der Communicationsfäden der von beiden Seiten des Ganglions liegenden Zellen sind, oder in die faserige Substanz der ihnen entgegengesetzten Seite gehen, habe ich nicht entscheiden können, in jedem Falle aber endigen sie nicht in der ihnen am nächsten liegenden Seite der faserigen Theile des Ganglions, sondern gehen auf die entgegengesetzte über. Die zellige Substanz des Ganglion besteht aus kleinen und grossen multipolaren Zellen. Die grossen Zellen liegen nur in einer Reihe an beiden äusseren Rändern der grauen Substanz (Fig .19. 22. 21.), haben mehrere Wurzelfortsätze und schicken einen grossen, dicken Strang nach dem Centrum des Ganglions (Fig. 22). Mehrere der kleinen Zellen haben auch Fortsätze, jedoch enden sich alle in der weissen Substanz. Ausser den Zellen, welche die weisse Substanz bilden, findet man noch an den äusseren Ecken der beiden Höhlen epithelartige Zellen,

in zwei Reihen angeordnet, (Fig. 21e), die aber in keinem Zusammenhange mit den Nervenzellen stehen; auch in der oberen Decke der Höhle findet man auf diesem oder jenem Schnitte ein oder zwei grosse Ganglionkugeln.

Von den Höhlen im Bauchganglion sind die beiden oberen auf jedem Schnitte vorhanden, immer von derselben Form und von ganz scharfen Rändern umgeben, an den Ecken mit Epithelium ausgekleidet, so dass man diese Höhlen kaum als Kunstproducte, resp. als durch Zerreissen des Gewebes entstandene ansehen kann. — Die untere von mir gezeichnete Höhle fehlt an vielen Präparaten, an andern hat sie immer die Form eines Risses, ihre Ränder sind immer zackig. — Ob diese Höhle als normal oder künstlich gebildete anzusehen ist, wird die Beobachtung frischer Exemplare entcheiden; ich habe sie auf den in Chromsäure und in Spiritus aufbewahrten Exemplaren gefunden. Sonderbar ist es immer, dass man diese Höhlen auf den Querschnitten (Taf. II Fig. 17) der jungen, unter denselben Bedingungen aufbewahrten Sagitten nicht findet.

Da wir über das Kopfganglion noch keine histologische Beschreibung besitzen, so erlaube ich mir eine bei 190 m. Vergr. gemachte Zeichnung vorzulegen und auch zu erwähnen, dass das Kopf- und auch das Bauchganglion unmittelbar unter der Haut liegt und von den Muskeln nicht bedeckt ist. Merkwürdig ist es, dass diejenigen Forscher, welche das Bauchganglion seiner oberflächlichen Lage wegen als solches nicht anerkennen wollten, doch die nervöse Natur des Kopfganglion nicht leugneten, obwohl sie doch dazu dieselben Gründe hatten.

Das Kopfganglion besteht aus einem centralen Keime von weisser Substanz, in welcher man durchaus keine Faserung erkennen kann und welche vollständig mit der von Fr. Leydig benannten Punktsubstanz übereinstimmt. Von diesem centralen Keime bis zur Oberfläche ziehen sich die Nervenwurzeln, welche schon von Krohn ganz genau gezeichnet sind. Die Räume zwischen den Nervenwurzeln sind von Zellen ausgefüllt, welche sich auch theilweise bis auf die Nerven fortsetzen.

Hinter dem Kopfganglion, in dem Raume zwischen den beiden zum Oberkopf und den Augen gehenden Nerven, liegt noch ein besonderes Organ, welches ich als ein Sinnesorgan bezeichnen möchte. Es besteht aus einem geschlossenen Bläschen mit deutlichen Zellenwandungen. Ich habe es aber nur an conservirten Exemplaren gefunden und konnte es desshalb einer genauen Prüfung nicht unterziehen. Ein ähnliches Organ ist übrigens schon bei einer Sagitta bekannt, und namentlich die flimmernde Scheibe der *Sagitta cephaloptera*. (Ed. Claparède. Beobachtungen an der Küste der Normandie. Taf. XVIII Fig. 8).

Ueber die Reihe von Tasthaaren, welche auf besonderen, in zwei Reihen jederseits des Körpers gelegenen Höckern sitzen, kann ich nichts Neues sagen, ich möchte nur so viel erwähnen, dass ich gewöhnlich einen Faden oder ein Haar gesehen habe, die nach der Behandlung mit Reagentien in mehrere Fäserchen zerfielen, wie wir es auch von anderen Gebilden kennen (z. B. der Busch beim *Pilidium*).

Die Entwickelung der Geschlechtsorgane genauer zu durchforschen ist mir nicht gelungen. Bei den jüngsten von mir beobachteten Stadien erscheinen dieselben als einfache Zellen, welche von den Seiten in die Leibeshöhle an der Aftergegend einragen. Bald werden diese Zellen zum Zellenhaufen, welcher noch mit der Körperwandung auf seiner ganzen Länge verbunden ist. Später ragt dieser Haufen immer mehr in die Leibeshöhle, und es entsteht aus ihnen jederseits ein Schlauch des Eierstockes.

Durch die letzten Untersuchungen der Sagitta wurden meine früheren Forschungen über denselben Gegenstand vielfach vervollständigt und auch einige Fehler darin verbessert; das Letztere bezieht sich hauptsächlich auf meine Angaben, dass die Furchungshöhle der Sagitteneier in die Leibeshöhle derselben übergehen, so wie auf den Uebergang der Einstülpungsöffnung in den Anus. Nach den neuen Studien erweist sich, dass die Furchungshöhle schwindet oder so zusammengezogen wird, dass sie nur als ein Spalt bleibt, welcher bei den Sagitten das Epithelium der Haut von den Muskeln scheidet. In dieser Beziehung ist auch die Furchungshöhle der Sagitten der Spalte zu parallelisiren, welche die beiden ersten Blätter der Wirbelthiere scheidet, — der Spalte zwischen dem Sinnes- und Muskelblatte.

Entwickelungsgeschichte der Euaxes.

Tafel III, IV und V.

Die Euaxes legen ihre Eier in chitinartige Kapseln, welche, der Form nach, ganz an die von *Tubifex* erinnern, doch sind die der Euaxes zehn mal grösser. Auch liegen die Eier nicht so gedrängt, als bei jenem, sondern schwimmen, in eine eiweisshaltige Flüssigkeit gebettet, ziemlich lose in der Kapsel umher. Die Zahl der Eier einer Kapsel ist sehr verschieden und variirt von einem bis 15 und 20. — Die einzeln in Kapseln eingelegten Eier sind am bequemsten für die Untersuchung. Die Eier sind echte Sphäroïde, und bis zu $1\frac{1}{3}'''$ gross. Sie bestehen aus fettartigen, stark lichtbrechenden Dotterbläschen und sind von einer Dotterhaut umgeben. In dem eben gelegten Eie konnte ich den Kern nicht finden, sondern fand auf der Oberfläche des Eies eine etwas hellere, runde Stelle, welche aus reinem, keine Fettkörper enthaltendem *Protoplasma* bestand (Taf. III Fig. 1). Ich hielt sie anfangs für den eigentlichen Kern, doch bei den folgenden Stadien erwies sich diese Ansicht als irrthümlich, weil, erstens, die Stelle keine eigentliche Membran oder auch nur scharf umschriebene Grenzen besass und zweitens, auch bei der Theilung des Eies nicht betheiligt war. Eine Stunde später, nachdem das Ei gelegt war, nahm es eine etwas ellipsoïde Form an, und wenn man durch ein solches

Ei Längsschnitte führte, so erwies sich, dass es schon zwei Kerne im Innern enthielt, obgleich der helle Fleck auf dem Eie unverändert da war und sich selbst vergrösserte. Ob diese beiden Kerne unabhängig entstanden sind, oder sich später nur theilten, weiss ich nicht zu sagen. Eins, was ich behaupten kann, ist das Fehlen des Kernes im gelegten Eie, welcher weder durch Pressen, noch durch Schneiden des Eies aufzufinden war. Dagegen zeigten sich die beiden Kerne im elipsoidförmigen Ei mit solcher Deutlichkeit und fanden sich so leicht, dass der Kern, wenn er unter solchen Bedingungen im erst gelegten Ei wäre, mir kaum hätte entgehen können. Die regelmässige elipsoide Form behielt das Ei nicht lange; bald spitzte sich eins seiner Enden zu und das ganze sah wie ein Hühnerei aus. Weiter bildete sich eine Rinne an der Seite des Eies, wo die helle Stelle lag, die sich um das ganze Ei zog. — Es bildeten sich also zwei Furchungskugeln, eine hintere — kleine und eine vordere — grössere. Auf der grösseren blieb auch der helle Fleck, welcher der allgemeinen Form des Eies folgend auch Anfangs elipsoid wurde, sich aber später am hinteren Ende zuspitzte.

Nach der Theilung des Eies begann die helle Stelle allmählich zu schwinden und bald blieb von derselben keine Spur mehr; das Verschwinden konnte leicht beobachtet werden; die Ränder des hellen Fleckes wurden immer mehr und mehr unregelmässig, so zu sagen zerfressen, da in das helle sie zusammensetzende Protoplasma feine Dotterkörnchen eintraten; — der ganze Inhalt des Fleckes trübte sich weiter und verschwand endlich vollständig. Ueber die Abstammung und Bildung desselben bin ich nicht im Stande gewesen ins Klare zu kommen, doch glaube ich, in demselben den zerfallenen und an die Oberfläche getretenen Kern des Eies zu sehen, um so mehr, da der Kern in den schon reifen, aber noch nicht gelegten Eiern sehr deutlich zu sehen ist. In den in Chromsäure erhärteten Eiern fand man an diesem Flecke eine kleine Kugel oder eine Art Zapfen, was an den frischen nicht zu sehen war. Ich erkläre mir das Erscheinen desselben als Kunstproduct, entstanden durch die Zusammenziehung des Eies. Weiter zerfällt die grosse Furchungskugel (Fig. 2. b) in zwei, wobei die vorhergehende Theilung des Kernes an den Schnitten sehr leicht zu sehen ist; es bilden sich drei unregelmässig gelagerte Kugeln von denen die grosse linke (Fig. 3 e) sich wieder theilt; es entstehen also vier kreuzartig gelagerte Kugeln, von denen die grösste hinterste sich am frühesten vom Eie abgetheilt hat. Gleich nach der Bildung der vier Furchungskugeln beobachtet man an den nach dem Centrum gerichteten Enden der Kugeln die (c und e) weisslichen Flecke, und macht man in solchen Stadium Querschnitte, so erhält man Fig. 24. Der Schnitt geht hier durch die kleinen Kugeln *e* und *c*, und man sieht, dass von den beiden Kugeln zwei neue kleinere sich zu bilden anfangen, wobei in der Zusammensetzung derselben die Hälfte des Kernkörperchens und ein kleiner Theil der ganzen Furchungskugel sich betheiligen. Der Kernkörper erscheint auf den Schnitten nicht wie ein sich theilendes Bläschen, sondern zeigt uns in der alten wie auch sich neu bildenden Zelle zwei körnige Anhäufungen, welche mit einander durch feine körnige, aber sehr deutliche Protoplasma(?)-Stränge verbunden sind. Zwischen dem sich neu bildenden

Kern und der Oberfläche des Eies sieht man eine Schicht von Dotter, welche hier aber nur aus hellem Protoplasma und sehr feinen, stark lichtbrechenden Körnchen besteht und keine grossen Dotterkugeln enthält. Damit erklärt sich auch das weissliche Aussehen dieser Stellen auf der röthlich-gelben Oberfläche der ganzen Furchungskugel, deren Farbe auf der ähnlichen Färbung der Dotterkügelchen ruht. Etwas später sieht man die beiden weissen Flecke sich immer mehr von den Kugeln abtheilen, und so entstehen zwei ganz kleine weisse Kügelchen. Diese zwei Kügelchen theilen sich sehr bald jedes in zwei, und so erhalten wir die Fig. 5, deren Querschnitt die Fig. 25 darstellt. Schon in diesem Stadium enstehen an den oberen (*d*) und unteren (*f*) Furchungskugeln (Fig. 6) ähnliche weisse Flekken, welche wir bei c und *e* beschrieben haben; sie erheben sich bald zu grösseren Höckern, von denen besonders der an der Kugel *f* so gross ist, dass er die vier kleineren Kugeln selbst etwas nach vorne rückt. Der Höcker an der vorderen Kugel *d* theilt sich sehr bald ab und zerfällt sogleich in zwei kleinere Kugeln; der hintere, grosse bleibt noch eine Zeitlang mit der grossen Kugel verbunden, und auf der Fig. 7 sehen wir nur sein vorderes oberes Ende, indem seine ganze Masse in der Tiefe liegt. Die Zusammensetzung der zwei Zellen, welche von der Kugel *d* abstammen, ist derjenigen der Zellen, welche sich aus den Kugeln *c* und *e* bilden, vollständig gleich; dagegen sind in dem grossen Höcker der Kugel viele Dotterbläschen enthalten. Diese Kugel, welche wir mit *g* bezeichnen, theilt sich auch bald durch eine Querfurche in zwei (Fig. 8. g'. g''), wobei die kleineren Zellen etwas aus einander gedrängt werden; ferner theilt sich die Kugel g'' durch eine Querfurche und die Kugel g' durch eine Längsfurche; und so erhalten wir das Stadium, welches uns, von der Oberfläche betrachtet, Fig. 9 darstellt. Machen wir aber einen Querschnitt durch dasselbe an der Stelle, wo der Buchstabe *f* steht, so sehen wir, dass sich zu den uns schon bekannten Zellen noch zwei, (Fig. 26) *h* und *l*, hinzugesellten, von denen die Zelle *h* schon vollständig von der unteren Kugel getrennt ist, dagegen *l* noch mit ihr zusammenhängt. Die beiden neu entstandenen Zellen *h* und *l* bestehen fast aus denselben Dotterbläschen, wie die grossen Furchungskugeln, nur sind sie etwas plasmareicher uud haben einen verhältnissmässig sehr grossen Kern. Ihre Consistenz zeigt eine Zwischenstufe zwischen derjenigen der Furchungskugeln *e* und *c* und der Zellen *nn*. Die weitere Veränderung, welche wir beobachten, ist die Vermehrung der Zellen g''' und g'''' der Fig. 9 und das ziemlich unregelmässige Zerfallen der grossen unteren Furchungskugeln, welche uns Fig. 10 versinnlicht.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich mich auf die Beschreibung und Abbildung der Schicksale jeder Furchungskugel einliesse. Die Beobachtung selbst ist gar nicht schwer zu machen, besonders wenn man solche Kapseln nimmt, die nur ein Ei enthalten; man kann dann alle Stadien auf einem und demselben Eie verfolgen; ich möchte nur soviel bemerken, dass sich in den Zellen, welche von den mit g, g''', g'''' bezeichneten abstammen, die Dotterbläschen bei der weiteren Theilung der Zellen auflösen oder in sehr feine Pünktchen zerfallen, so dass die Zusammensetzung dieser Zellen, welche von den Furchunpskugeln *c*, *d*, *e* in erster Linie und von den Zellen g''' und g'''' abstammen, ganz die gleiche wird. Die bei-

den hinteren Zellen *k.k.*, welche von der Zelle *g'* Fig. 8 abstammen, bleiben unverändert. Die Fig. 27 stellt uns einen Querschnitt aus der Mitte der Fig. 10 vor, wo wir sehr deutlich drei von einander geschiedene Zellenreihen sehen. Die oberste wird durch sehr helle Zellen gebildet, welche kein einziges grosses Dotterbläschen enthalten und aus ganz durchsichtigem Protoplasma und feinen punktartigen Körnchen bestehen. Diese Zellen bilden das Sinnes-, sensorielles oder oberes Blatt. Die zweite Reihe besteht aus bedeutend grösseren Zellen, welche, besonders die der linken Seite, eine bedeutende Anzahl von Dotterbläschen enthalten. Diese Schicht bildet das mittlere- oder Muskelblatt und stammt von den Zellen *l* und *h* Fig. 26 ab. Die nach unten gelegenen grösseren, fast ausschliesslich aus Dotterbläschen zusammengesetzten Zellen bilden das untere- oder, wie wir aus ihrem weiteren Schicksale ersehen werden, das Darmdrüsenblatt, oder genauer den Darmdrüsenkern, wenn wir den sehr passenden Ausdruck von Remarck für die Frösche auch hier anwenden wollen. Die Abbildung zeigt uns einen Querschnitt aus der Mitte; wenn wir aber die nach vorn liegenden Querschnitte untersuchen, finden wir ganz vorn nur die Zellen des Darmdrüsenblattes, und weiter nach hinten werden die selben von den Zellen des oberen Blattes bedeckt, und noch weiter nach hinten kommt, zwischen dem oberen nud unteren Blatte, das mittlere Blatt. Verfolgen wir die Querschnitte noch weiter nach hinten, so verschwindet Anfangs das obere Blatt, und die Zellen des mittleren Blattes stossen unmittelbar an die zwei grossen hinteren Zellen *k* und *k*.

Im folgenden Stadium Fig. 11 u. 12 wächst die aus zwei oberen Blättern bestehende Scheibe immer mehr in die Breite und Länge, die Zellen des oberen Blattes vermehren sich dabei immer stärker und beginnen, die beiden hinteren grossen Zellen zu bedecken (Fig. 11), bis sie (Fig. 12) dieselben vollständig umgeben. Durch diese Bedeckung von Zellen des oberen Blattes werden die Zellen *k* und *k* zu Zellen des mittleren Blattes, mit denen sie auch ihrer inneren Consistenz nach vollständig übereinstimmen Diese beiden Zellen bleiben aber auch nicht ganz passiv, vielmehr sonderen sie an ihrem vorderen Ende kleinere Zellen ab, welche sich unmittelbar an das mittlere Blatt anreihen. Wie schon oben gesagt wurde, geht die Vermehrung der Zellen des oberen Blattes sehr schnell vor sich; die des mittleren vermehren sich viel langsamer; und noch langsamer die Zellen des Darmdrüsenblattes. Bei den letztern beobachtet man, dass die Zellen, welche an das mittlere Blatt stossen, viel kleiner sind, resp. sich schneller vermehren. In Folge der schnelleren Ausbreitung der Zellen des oberen Blattes und vielleicht auch der Theilung der Zellen (Fig. 28 *n*) bildet sich ein Riss in der Mitte der Zellen des Muskelblattes, und die Zellen desselben lagern sich in zwei Stränge, welche schon auf der Fig. 11, noch besser aber an den folgenden zu sehen sind. Diese Stränge bilden unter dem oberen Blatte rings um die Scheibe einen Wall und endigen nach hinten in die jetzt durch Theilung viel kleiner gewordenen Zellen *k* und *k*. Einen Querschnitt der Fig. 12, aus ihrem mittleren Theile, stellt uns die Fig. 28 dar. Die Zellen des mittleren Blattes (*nn*) sind als zwei Haufen zu sehen, welche unter den Enden des ausgebreiteten oberen Blattes liegen. Noch deutlicher sieht man dies

an den Fig. 29 u. 30. Hier ist noch zu bemerken, dass die schneller wachsenden Zellen des oberen Blattes die anderen bedeutend übereilen und sich unmittelbar auf den Darmdrüsenkeimzellen ausbreiten. Bei einem Querschnitt, durch die Fig. 12, an der Stelle, wo die grossen Zellen *k.k.* liegen, geführt, finden wir, dass dieselben schon überall vom oberen Blatte bedeckt sind und in den Bereich des mittleren Blattes gehören.

Wenn wir nach dem Gesagten jetzt einen Blick auf die Entstehung der Blätter werfen, so finden wir, dass das obere Blatt auf zweierlei Art aus den Zellen entsteht, welche sich unmittelbar von der äusseren Oberfläche der ersten drei kleineren Kugeln (Fig. 5. *c. d. e*) abgesondert haben, und von den Zellen, welche von den vorderen und centralen Hälften der Kugel g'' Fig. 8 oder der Zellen g''', g'''' Fig. 9 abstammen. Die Zellen des mittleren Blattes haben eine ähnliche doppelte Abstammungsweise. Einerseits entstehen dieselben von den Kugeln *c. e.*, welche schon vorher die Zellen des oberen Blattes gebildet haben, andrerseits aus dem hinteren Theile der Zelle g' Fig. 8. Diese beiden Bildungsarten können in einem allgemeinen Satze ausgedrückt werden: Von den centralen obersten Enden der vier ersten Furchungskugeln sondern sich kleine Zellen ab, welche das obere Blatt bilden; von den unmittelbar tiefer liegenden Schichten derselben Kugeln bilden sich die grösseren Zellen des mittleren Blattes. Diese Anschauung erklärt einfach und klar die Vorgänge der Bildung des mittleren Blattes. Wenn alle Zellen, welche sich von den ersten drei Furchungskugeln *c. d. e* abtheilen, eine solche Masse von Dotterbläschen behalten, wie die Zelle *g*, und von ihnen später das mittlere oder Muskelblatt entstand, — wie Einige z. B. für die Mollusken annehmen, — so könnte man doch sagen, dass das mittlere Blatt vom primitiven oberen abstamme; dies wäre aber doch mit meinem allgemeinen Satz von der Euaxes in Uebereinstimmung zu bringen; die Euaxes bildete in diesem Falle eine Uebergangsform zwischen der Bildung des mittleren Blattes vom oberen oder unteren der zwei primitiven Blätter. Wenn wir jetzt nach dieser Abweichung wieder zum Wachsthum der Scheibe zurückkehren, so ist noch zu bemerken, dass die Keimstreifen, nachdem sie an dem Rand des Eies angelangt sind (Fig. 13), immer weiter wachsen und so auf die andere Seite des Darmdrüsenkeims kommen (Fig. 30, wo wir dieselben auch auf dem Querschnitte abgebildet finden); endlich kommen sie auf die entgegengesetzte Seite, d. h. auf die Bauchseite des Embryo, und stellen sich uns in Fig. 14 und 15 dar. Auf der Fig. 15 kann man noch die grösseren Zellen, welche am hinteren Ende des Keimstreifens liegen, erkennen. Wie wir auf der Fig. 15 sehen, beginnen die Keimstreifen am vorderen Ende des Embryo zusammenzurükken und noch weiter sind sie auf den Fig. 17 und 18 zusammengetreten, wo man schon deutlich die Anlage des Kopfes unterscheiden kann. Die Querschnitte der Embryonen Fig. 15 und 16 stimmen so mit dem Querschnitte des hinteren Theils des Embryo Fig. 17 u. 18 überein, dass ich dieselben nicht abzubilden brauche. Ein Querschnitt des Embryo (Fig. 18) zeigt uns in der Fig. 31 einen schon aus ziemlich kleinen Zellen bestehenden Darmdrüsenkeim, welcher sowohl von unten als von oben mit Zellen bedeckt ist; die beiden Keimstrei-

fen stellen sich als zwei Haufen von Zellen *ks* an den Ecken von der Bauchseite dar. Bei Fig. 32 finden wir bei stärkerer Vergrösserung einen Querschnitt des vorderen Endes desselben Embryos. Obgleich wir auf diesen beiden Querschnitten die beiden Keimstreifen noch sehr weit aus einander finden, so sind doch die Zellen des Aussenblattes schneller gewachsen und bedecken den Darmdrüsenkeim auch von der Bauchseite vollständig. Der Embryo hat an der vorderen Spitze eine dreilappige Form angenommen, welche auf Kosten des oberen Blattes und des Keimstreifens entstanden ist. Vom Gehirn und der Mundöffnung ist noch nichts zu sehen. Der Querschnitt durch das vorderste Ende des Embryo (Fig. 33) zeigt uns, dass in der Mittellinie des oberen Blattes die Zellen ziemlich hoch und cylindrisch geworden sind; auch ist an beiden Seiten derselben schon ein Theil des Blattes zweischichtig. Ferner beobachtet man das immer mehr zunehmende Zusammenrücken der beiden Keimstreifen, welche Anfangs am Kopf und Rücken zusammentreten, während sie am hintern Ende noch weit abstehen (Fig. 19, 20, 21). Zugleich bildete sich die Mundöffnung und der Vorderdarm als eine Einstülpung des oberen Blattes in die Spalte zwischen den vorderen Enden der beiden Keimstreifen. Am inneren Rande der Keimstreifen werden die Zellen des oberen Blattes viel stärker lichtbrechend und bedecken sich zugleich mit Flimmercilien, obgleich ich den Embryo keine Rotationen machen sah. Dieser Embryo, an Querschnitten untersucht, zeigte uns schon bedeutende Veränderungen in der Zusammensetzung seiner Blätter. Das obere Blatt ist an der Bauchseite bedeutend verdickt und besteht aus zwei bis drei Zellenschichten; auf seiner Mittellinie fand ich eine tiefe Furche von langen mit Flimmercilien bedeckten Zellen umgeben. Das mittlere Blatt erfuhr auch bedeutende Veränderungen, indem es in Folge des Wachsthums und der Vermehrung seiner Zellen viel massiger geworden ist, ausserdem beobachtet man in demselben eine sehr scharf umschriebene Spalte, welche dieses Blatt in zwei ungleiche Theile scheidet, — in eine obere, viel bedeutendere und in eine untere, nur aus einer, selten aus zwei Reihen bestehenden Schicht. Da sich aus der oberen Partie die Muskulatur des Körpers und aus der unteren die des Darmes bildet, so werde ich ihnen dieselben Namen beilegen, welche man auch bei den Wirbelthieren gebraucht; — den oberen, grösseren Theil der Zellen des mittleren Blattes werde ich *Hautfaser-* oder *Muskelplatte*, und den unteren *Darmfaserplatte* benennen. In der Mittellinie, in welcher die beiden Hälften des mittleren Blattes zusammentreten, sieht man einige Zellen, welche durch ihre stärkere Lichtbrechung von den anderen Zellen etwas abstechen. Der Querschnitt, den wir hier beschreiben, ist aus der Mitte des Embryo verfertigt, wo die beiden Keimstreifen schon zusammengetreten sind; untersucht man die nach hinten gelegenen Querschnitte, so geht man allmählich zu solchen Stadien über, die auf der Fig. 32 abgebildet sind, — nämlich am hinteren Ende, wo die Keimstreifen noch nicht zusammengetreten sind. Der Darmdrüsenkeim besteht jetzt aus viel kleineren Zellen, welche noch immer so viel Dotterbläschen enthalten, dass man mit Mühe den Kern auffindet. Das Plasma zwischen den Dotterbläschen ist aber doch bedeutender, als auf den ersten Stadien, geworden. Am vorderen Ende des Embryo und selbst

in der Mitte ist der Keimstreifen schon in Ursegmente zerfallen, d. h. das mittlere Blatt zeigt kleine viereckige Zellentäfelchen, in denen nur nachträglich bei der horizontalen Spaltung eine Höhle entsteht. Die Bilduug dieser Höhle sieht man auf den feinen Sagittal- oder Längsschnitten. So führt uns Fig. 35 einen Schnitt vor, auf den wir in jedem Ursegment eine Höhle sehen, welche nach unten nur von einer Reihe von Zellen, und nach oben dagegen von mehreren ausgekleidet ist; jede Höhle des Ursegment's ist von der benachbarten durch zwei Zellenschichten, d. h. durch zwei Wandungen der Segmente geschieden. Diese Wandungen bilden die *Dissipimente* und zeigen uns zugleich, dass die Spaltung des mittleren Blattes nicht so zu verstehen ist, dass das ganze Blatt seiner ganzen Länge nach in zwei Platten geschieden sei, sondern dass die Mittelblatttäfelchen, welche die Ursegmente zusammensetzen, sich einzeln selbständig spalten und so die Leibeshöhle jedes Segmentes bilden, — Höhlen welche sich erst später in Communication setzen. Weiter verändert sich der Embryo, indem er auch an Länge zunimmt, durch das Zusammentreten der Keimstreifen auf ihrer ganzen Länge, und es bleibt nur noch eine tiefe Spalte am äussersten, hintersten Ende sichtbar. Man unterscheidet jetzt ausser der grossen Zahl von Ringen oder Segmenten, auch den deutlich abgesetzten Kopf. Je deutlicher die Segmente auf dem vorderen Ende des Körpers hervortreten, desto undeutlicher werden sie nach hinten, bis endlich die Ringelung ganz schwindet. Beobachtet man den Embryo von der Bauchseite, so bemerkt man, dass der Keimstreifen am vorderen Theile, auf jeder Seite der Mittellinie, durch eine Längsfurche in zwei Theile zerfällt, — in einen kleinen viereckig-rundlichen, der der Mittellinie dicht anliegt, und in einen äusseren, viel längeren. Dieses Stadium erinnert ganz an die Beschreibung von Rathke[1]), wo er das Zerfallen des Keimstreifens in Muskel- und Nerven-Partie beschreibt. Dem ist jedoch nicht so; — die Theile *a a* stehen in gar keiner Beziehung zum Keimstreifen, der nur aus den Zellen des mittleren Blattes besteht, sondern sind paarige Verdickungen des oberen Blattes, welche beiderseits der Mittellinie liegen, und da dieselben nach den Seiten immer flacher werden, so scheint es, als ob sie in die Zellen des Keimstreifens unmittelbar übergingen. Eine Reihe von Querschnitten, welche man an einem solchen Embryo macht, ist sehr belehrend, und ich führe hier die Schnitte von diesem Embryo an. Der hintere, Fig. 36, unterscheidet sich sehr wenig von dem vorhergehenden, nur ist die Furche unbedeutender und die in der Mitte liegenden Zellen der Blätter sind kleiner. Die Darmdrüsenkeim-Zellen haben sich bedeutend verändert, da die Kerne derselben, anstatt in der Mitte zu liegen, an die Ränder der Zellen getreten sind und unmittelbar unter der Darmfaserplatte zu liegen kommen. Ausserdem sieht man unter der Mittellinie des oberen Blattes keine grosse Zellen, sondern viel kleinere, stark lichtbrechende. Die folgende Fig. 37, aus der Mitte desselben Embryo entnommen, zeigt uns eine bedeutendere Ausbreitung der Zellen des mittleren Blattes über den Drüsenkeim, und ausserdem sieht man in der Hautplatte des mittleren Keimblattes jederseits

1) Rathke. Entwickelung der Hirudineen Taf. V Fig. 18.

eine Gruppe von Zellen, welche von den andern durch ihre nähere Gruppirung und schärfere Contouren absticht. Ein gleich hinter dem Kopfe geführter Querschnitt desselben Embryo, Fig. 38, zeigt uns eine bedeutendere Ausbildung der Theile, welche wir auf den anderen Schnitten sahen. Die dort beiderseits der Mittellinie liegende Verdickung ist hier zu einer geworden und von den oberen sie bedeckenden flachen Zellen scharf abgeschieden; an den Seiten geht die Verdickung noch unmittelbar in die Zellen des äusseren Epithels über. Diese Verdickung ist die Anlage des Nervensystems, welches also hier, wie bei den Wirbelthieren, aus dem oberen Blatte stammt. Im mittleren Blatte sind auch Unterschiede aufgetreten; — auf der Fig. 37 haben wir schon die einfache Gruppirung der Zellen der Muskelplatte beobachtet, und jetzt stellt sie sich schon in Form eines Rohres, — welches nur ein Segmentalorgan ist—dar. Die Segmentalorgane der Euaxes entstehen also nicht als Einstülpungen der äusseren Haut, sondern bilden sich aus den Zellen des mittleren Blattes, anfangs in Form eines Zellenhaufens, welcher bald zu einem Rohr sich auszieht und nun ein Lumen erhält, eine Bildungsweise, welche übrigens viel genauer beim Lumbricus verfolgt ist, da die Euaxes dazu ein sehr ungünstiges Object liefert. Zwischen den Zellen der Darmfaserplatte und dem Darmdrüsenkeim bildet sich ein Haufen von Zellen, aus welchem später das untere Bauchgefäss entsteht. Um die weiteren Schicksale der von uns beschriebenen Blätter zu verfolgen, wenden wir uns zu einem noch mehr entwickelten Embryo, bei welchem am vorderen Ende das mittlere Blatt auch auf der Rückenseite schon vollständig zusammengetreten ist. Wir finden den Querschnitt aus dem hinteren Theil eines solchen Embryo sehr ähnlich demjenigen, welchen wir vom jüngeren Embryo (Fig. 23) aus dem vorderen Ende abgebildet haben (Fig. 38), nur ist die Abgrenzung der Nervensystemanlage von den anderen Zellen des oberen Blattes noch viel deutlicher hervorgetreten (Fig. 39); sonst ist ausser der bedeutenderen Ausbreitung des mittleren Blattes, insbesondere der der Darmfaserplatte, und der Vermehrung der Kerne des Darmdrüsenkeims, kein bedeutender Unterschied zu bemerken. Ein in der vorderen Hälfte des Embryo geführter Schnitt stellt uns ein viel weiter fortgeschrittenes Stadium dar (Fig. 40). Das Nervensystem ist in Form eines Zellenhaufens schon vollständig vom oberen Blatte abgeschieden. Von den Darmdrüsenkeimzellen werden schon die inneren verbraucht, und es entsteht in Folge dessen eine centrale Höhle, auf der noch (Fig. 40) drei kernlose Dotterkörnchenhaufen liegen; dagegen liegen die Kerne der an die Darmfaserplatte grenzenden Kugeln haufenweise in dem sie umgebenden Protoplasma, welches nicht in abgegrenzte Zellen zerfällt, und dessen Fortsetzungen sich oft bis zur Spitze der noch immer abgegrenzten Kugeln ziehen. An den Seiten sieht man wulstige Verlängerungen des oberen Blattes in die Leibeshöhle hineingehen, welche die borstenabscheidenden Drüsen bilden. Auf einem mehr nach vorn geführten Schnitte (Fig. 41) finden wir schon eine sehr geräumige Darmhöhle, in deren Wandungen die Dotterkugelhaufen und das Protoplasma mit ihren Kernen fast den gleichen Raum einnehmen; bei noch weiterer Entwickelung wird auch der Rest des Dotters verbraucht; und in den jungen Euaxes sieht man schon ein echtes Epithelium, welches den Darm umkleidet.

In den Borstenbildungsdrüsen sind schon die Borsten angelegt. Auf der äusseren Fläche der Zellen der Hautfaserplatte haben sich Längsmuskelfasern gebildet, welche auf den Querschnitten als feine, stark lichtbrechende Körnchen zu sehen sind. Unter dem Ganglion liegen die drei stark lichtbrechende Kerne, welche bei der Betrachtung jüngerer, etwas zusammengedrüchter Exemplare, oder bei den mit schwacher Essigsäure getödteten, sich als helle Längsfäden darstellen, welche Leydig als breite Fasern auf der Taf. 6 seiner «Tafeln zur Vergleichenden Anatomie von Lumbricus», abbildet; bei der näheren Durchmusterung der früheren Stadien glaube ich, mit Gewissheit diese Stränge zu den drei Zellen verfolgt zu haben, welche auf der Fig. 34 *c* abgebildet sind. Das äussere Neurilem hat sich um das ganze Ganglion noch nicht gebildet und diese Fäden liegen frei in der Leibeshöhle.

Ich möchte hier noch erwähnen, was Herr Ed. Claparède mir schon mitgetheilt hat, dass nach seinen Beobachtungen auch beim Lumbricus diese Fäden zwischen dem inneren und äusseren Neurilem liegen, und desshalb sprach er sich gegen seine Nervennatur aus; meine embryologischen Befunde bestätigen seine Ansicht, und da diese Zellen aus dem mittleren Blatte abstammen und nach aussen vor dem inneren Neurilem liegen, so erlaube ich mir die Ansicht auszusprechen, ob diese Fäden nicht eine Rolle von steifen Strängen spielen, um der Höckerzusammenziehung der Nervenkette widerstehen zu können; in diesem Falle möchten dieselben wie functionnel, so auch genetisch der *chorda dorsalis* zu vergleichen sein.

Am Schlusse meiner Studien über die Entwickelung der Euaxes glaube ich noch bemerken zu müssen, dass bevor ich die so günstigen Eier der Euaxes auffand, ich die Entwickelung des *Tubifex* studirte, indem ich schon die Schnitte und sogar auch die Zeichnungen der Bildung des Keimstreifens und des jungen Wurms fertig hatte. Da aber die Entwickelung der Euaxes fast bis ins Einzelne mit der des Tubifex übereinstimmt, und vieles noch deutlicher als bei dem letzteren erscheint, hielt ich fürs Beste den Tubifex bei Seite zu lassen.

Ich möchte hier nur noch bemerken, dass auch bei Tubifex so eine Scheidung der Keimblätter zu verfolgen ist, nur mit dem Unterschiede, dass die Keimstreifen an ihren hinteren Enden nicht zusammenliegen, sondern weit von einander abrücken, und dass man an dessen hinteren Enden nicht zu einer grossen, sondern zu drei und in späteren Stadien zu fünf Zellen sieht, und dass die Keimstreifen selbst aus fünf Längsreihen von Zellen bestehen.

Die Entwickelungsgeschichte des Lumbricus.

Taf. VI und VII.

Die Entwickelung von Lumbricus wurde am *L. agricola* und an einem von mir als *Lumbricus rubellus* v. Gr. bestimmten Regenwurms verfolgt. Die ersten hielt ich in Gefangenschaft in feuchter Erde unter dem Moose, und sie legten mir im vorigen Winter, im Januar und Februar, ziemlich viel Eierkapseln ab. Die Kapseln waren 2—3‴ gross und enthielten immer drei oder vier Embryonen, selten mehr oder weniger. Die Kapseln von dem zweiten, *Lumbricus rubellus*, wurden mir von Fischern gebracht, welche dieselben im Dünger auffanden; sie waren viel kleiner und enthielten je nur ein Ei. Von den ersten hatte ich also Gelegenheit alle frühesten Stadien zu verfolgen; von dem andern, aber, habe ich die Furchung nicht beobachtet.

Die chitinartige Kapsel ist mit flüssigem Eiweiss gefüllt, in der sehr viele Eier gelegt sind; in einigen Kapseln konnte ich bis 40—50 und noch mehr zählen. Die Samenfäden findet man auch im Eisweiss, aber gewöhnlich in einem oder zwei Haufen angesammelt. Da das Eiweiss so dickflüssig ist, dass sich die Samenfäden nicht verbreiten können, so befruchten sie nur diejenigen Eier, welche ganz dicht daneben liegen. Man findet auch, dass der Samenhaufen ganz abgeschieden von den Eiern liegt, und in diesem Falle entwickelt sich gewöhnlich kein einziges Ei. Im Allgemeinen also entwickeln sich nur diejenigen Eier, welche unmittelbar in der Nähe des Samenhaufens liegen, die anderen aber, als unbefruchtete, gehen allmählich zu Grunde, wobei sie verschiedene Zersetzungs- und Verfall-Stadien durchzumachen haben, welche von H. F. Ratzel [1]) als Furchungsstadien beschrieben worden sind. An den Eiern, welche in der Nähe des Samenhaufens liegen, bemerkt man nach drei oder vier Stunden, nachdem die Kapseln gelegt sind, die Abscheidung der Richtungsbläschen und die Theilung des Eies in zwei ganz gleiche Hälften, wobei leicht zu sehen ist, dass die Theilung des Keimbläschens der Theilung des Eies vorangeht (Fig. 1). Dann theilt sich eine der Furchungskugeln und es entstehen drei Kugeln (Fig. 2); und jetzt theilt sich die grosse Kugel mit der kleinen fast zu gleicher Zeit, und so entstehen sechs Kugeln. Bei der weiteren Theilung werden die Unterschiede in der Grösse der Furchungskugeln fast vollständig ausgeglichen, und so erhalten wir ein Object, das auf der Fig. 6 abgebildet ist. Von diesem Stadium an beginnt der grosse Haufen zugleich mit der Vermehrung der Zellen sich etwas abzuflachen, wobei die Zellen, welche die untere Fläche bilden, ihr körniges Aussehen verlieren und auch viel heller werden; Fig. 8 stellt uns dieses Stadium im optischen Querschnitt dar. Man beobachtet dabei eine kleine abgeflachte Furchungshöhle, welche auf dem vorhergehenden Stadium nur als eine einfache Spalte zu sehen war (Fig. 5).

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1868. 4 Heft. Bd. 18.

Auf diesem Stadium können wir nach der Lagerung und dem Bau der Zellen selbst zwei Zellenschichten oder Blätter unterscheiden. Die obere aus kernchen enthaltenden Zellen bestehende, werden wir als oberes- oder Sinnes-Blatt (v. Remack), die untere, aus kernfreien Zellen bestehende als unteres Blatt bezeichnen. Die weiteren Veränderungen bestehen in der Einstülpung der unteren Zellenschicht und zwar beginnt dieselbe seitlich; zugleich wächst die obere Zellenschicht über die untere; es ensteht eine regelmässige Einstülpung, und die Oeffnung derselben geht in die Mundöffnung über. Die Bildung des mittleren Blattes gelang mir an den Eiern von *L. agricola* nicht zu verfolgen, dagegen habe ich in dieser Beziehung die viel vollständigeren Beobachtungen an den Eiern von *Lumbricus rubellus* gemacht, die ich hier auch anführe. Das früheste Stadium, welches ich hier beobachtete, war die beginnende Einstülpung (Fig. 9 und 10); auf dem ersten, von der Fläche betrachteten Stadium sieht man eine noch sehr unbedeutende Vertiefung, welche von den sich erhebenden Rändern begrenzt wird. Ganz nach vorn sehen wir zwei sehr grosse Zellen (a) des oberen Blattes, welche durch das sich einstülpende untere Blatt anfangs einfach in die Länge gezogen sind, sich aber bald in mehrere theilen (Fig. 11); beobachtet man das Stadium im optischen Längsschnitt, so erhält man die Fig. 10. Oben finden wir die verlängerte Zelle *a*, am unteren Blatte dagegen sehen wir, dass eine der Zellen dieses Blattes in Folge der hier schnell vor sich gehenden Einstülpung ihren Zusammenhang mit der unteren freien Oberfläche des Embryo verliert und etwas nach oben geschoben wird; noch viel deutlicher sprechen sich diese Verhältnisse auf den Fig. 11 und 12 aus, wo in Folge der immer tieferen Einstülpung die Zelle *m* ganz aus der Reihe des unteren Blattes heraustritt und zwischen die beiden Blätter zu liegen kommt, wo sie die bedeckende Zelle des oberen Blattes bedeutend ausstülpt und nun viel grösser erscheint, als auf der Fig. 10; zu gleicher Zeit wird ihr Inhalt etwas kernig. Ich muss hier nur noch hinzusetzen, dass jederseits der Mittellinie so eine Zelle aus dem unteren Blatte heraustritt. Eine so grosse Zelle zu finden, wie ich sie auf der Fig. 12 anführe, ist mir nur selten gelungen; gewöhnlich sind diese Zellen nicht viel grösser als die übrigen Zellen des unteren Blattes. Die grossen Zellen *a* der Fig. 10 sind hier schon in mehrere Zellen zerfallen. Die eingestüplte Höhle ist jetzt viel bedeutender, und von unten gesehen (Fig. 11) bemerken wir deren hinteres Blindende *b* und die Oeffnung *o* (Fig. 12), welche in die genannte Höhle führt; die Wandung *bo* besteht nur noch aus den Zellen des unteren Blattes. Auf den Fig. 13 und 14 finden wir nur die weiteren Fortschritte der schon früher eingeleiteten Vorgänge; — die eingestülpte Höhle wird immer mehr geschlossen nnd öffnet sich nach aussen durch die Spalte *o*; die Wandung, welche nach hinten von der Oeffnung liegt, ist jetzt überall von Zellen des oberen Blattes bedeckt. Die Zelle *m* der Fig. 12 ist hier schon in drei Zellen zerfallen, welche jederseits der Mittellinie des Embryo an seinem hinteren Ende liegen. Die Fig. 15 zeigt uns noch eine weitere Entwickelung derselben Verhältnisse, nur sind die Zellen, welche die Oeffnung *o* begrenzen, aus zwei Reihen der Zellen des oberen Blattes gebildet, und anstatt der drei seitlichen Zellen finden wir jederseits eine ganze Reihe, von denen die

grösste nach hinten liegt und die kleineren, welche wahrscheinlich von ihr abstammen, nach vorne bis zur Oeffnung *o* sich ziehen.

Von diesem Embryo gelang es schon einen künstlichen Querschnitt zu machen, welchen wir auf der Fig. 16 abgebildet finden; die Zellen des unteren und oberen Blattes bilden zwei concentrirte Schichten, zwischen welchen an den Stellen *mm* jederseits zu fünf Zellen eingelagert sind; diese Zellen werde ich die Zellen des mittleren Blattes oder, noch kürzer, das Mittelblatt nennen. Es bilden sich also auch bei den Regenwürmern dieselben drei Blätter, welche wir schon bei Euaxes kennen gelernt haben; was aber die Entstehung des mittleren Blattes anbelangt, so konnte ich seine Bildung in der beschriebenen Weise nur bei *Lumbricus rubellus* Gr. verfolgen, dagegen beim gemeinen *L. agricola* konnte ich seine Bildung nicht herausbringen, und dieselbe muss anders vor sich gegangen sein, da man an ihnen keine grosse Zellen am Hinterende des Keimstreifens findet, und es schien mir bei günstiger Einstellung des Eies, dass ich eine unmittelbare Abtheilung des mittleren Blattes von demjenigen des unteren Blattes gesehen habe, obgleich dieser Punkt noch einer erneuten Prüfung unterworfen sein muss, da die non mir beschriebenen Vorgänge zu der Zeit beobachtet wurden, als ich mir die Eier von *L. agricola* nicht mehr verschaffen konnte. Schon vor dem Beginn der Einstülpung oder während derselben verlor der Embryo seine runde Form und wurde anfangs etwas länglich und abgeplattet; die untere Fläche entwickelte sich aber allmählich, so, dass der Embryo, nachdem er die uns schon bekannte äussere Form der Fig. 15 erhalten, sich auch nach dieser Richtung hin weiter ausbildete, wobei die Mundöffnung ganz auf die Rückenseite zu liegen kam. Zu gleicher Zeit entwickelt sich um dieselbe ein aus mehreren Zellen bestehender Wulst, dessen innere Zellen ein mehr oder weniger langes Rohr (oo′ Fig. 15) bilden, welches schon jetzt zu der Oeffnung führt, die wir auf den Fig. 13 u. 14 mit dem Buchstaben *o* bezeichnet haben, und welches der eigentliche Eingang in die nach hinten führende Darmhöhle ist. Dieses Rohr wird mit dem Wachsthum des Embryo immer länger, und auf der Fig. 23 sehen wir, dass sich aus demselben der Oesophagus gebildet hat. Aus dem Gesagten können wir wohl schliessen, dass die innere epitheliale Auskleidung des Oesophagus nicht aus dem Darmblatte, sondern vom oberen oder Horn-Blatte stammt, und dass das Einstülpungloch nicht in die Mundöffnung, sondern in die von Darmdrüsenblattzellen umgebene Mündung des Oesophagus in den Darm übergeht.

Was die weiteren Veränderungen des Embryo anbelangt, so verlängert er sich beim Wachsthum immer mehr, und seine beiden Keimstreife beginnen in die Ursegmente zu zerfallen, wie wir dies auf der Fig. 18 sehen. Es ist noch zu bemerken, dass in Folge seiner auf der Bauchseite auswachsenden Flimmercilien, der Embryo der Fig. 17 noch in der Dotterhaut zu rotiren beginnt; letztere reisst dabei auf, und er schwimmt frei im Eiweiss umher, wobei sein Oesophagus die Schluckbewegungen auszuführen beginnt, und die ganze Darmhöhle sich mit Eiweiss erfüllt. In Folge dieser Einsaugung des Eiweisses wird der Embryo besonders in seinem unteren Theile stark ausgedehnt, und die Zellen des Darmdrüsen-

blattes, so wie des denselben hier unmittelbar bedeckenden oberen Blattes, verlieren bald ihr cylindrisches Aussehen und werden zum Pflasterepithelium. Ein Querschnitt des auf der Fig. 18 abgebildeten Embryo (Fig. 19) führt uns diejenigen Veränderungen an demselben vor, welche zu gleicher Zeit die Blätter erleiden; — die vier mittleren Zellen des Blattes haben eine viel stärkere äussere Contour als die andern und bedecken sich mit einer hellen stark lichtbrechenden Schicht, auf welcher die Flimmercilien sitzen. Zu beiden Seiten dieser Zellen wird das äussere Blatt durch Vermehrung der Zellen zweischichtig. Im Darmdrüsenblatte liegen die Kerne der Zellen nicht so peripherisch wie auf der Fig. 16, sondern nehmen das Centrum der Zellen ein, und von ihnen gehen nach allen Richtungen Protoplasmakörnchen, welche ein wahres Netz in der Zelle selbst bilden; nach unten, resp. dem Rücken zu, werden diese Zellen viel flacher. Das mittlere Blatt ist jetzt bedeutend mehr ausgebreitet, und seine beiden Hälften sind vermittelst einer Zellenschicht mit einander verbunden. Der verbindende Zellenstreifen ist in der Mitte etwas stärker. In den Seitentheilen des mittleren Blattes sind die Zellen schon in zwei Schichten gelagert, und an den lebendigen Exemplaren kann man zwischen den oberen und unteren Zellen des mittleren Blates schon eine Höhle oder Spalte unterscheiden. Nun wächst der Embryo sehr schnell, wobei die sich immer mit Eiweiss füllende Darmhöhle dessen unteren Theil so ausdehnt, dass derselbe gewissermassen zu einem Dottersack wird, auf welchem nur oben der Keimstreif liegt, in der Weise wie R. Leuckart für die Embryonen der *Hirudo medicinalis*[1]) angiebt. Der Keimstreifen von diesem Stadium ist auf der Fig. 20 abgebildet. Der Wulst, welcher den Mund umgiebt, ist jetzt sehr stark entwickelt und führt immerwährend Schluckbewegungen aus; das Hinterende des Wurms beginnt sich auch vom Dottersacke abzuschnüren. In der Mitte längst des Keimstreifens geht eine nicht tiefe Rinne, welche an den meisten Zellen als Grenze der Darmdrüsenzellen unmittelbar zu beobachten ist; zu beiden Seiten dieser Rinne ziehen sich zwei in die Augen fallende, weisse, nach oben abgerundete Ränder *nn*, welche wir Nerven- oder Medular - Platten nennen wollen; der übrige seitliche Theil des Keimstreifens wird nach aussen immer dünner, bis sich seine Grenzen völlig auf dem Dottersack verwischen; diese Theile sind durch eine Reihe von Querplatten in eine gewisse Anzahl von Segmenten getheilt. Die am meisten ausgebildeten und grossen Segmente findet man in der Nähe des Vorderendes, — je mehr nach hinten desto kleiner und weniger angedeutet erscheinen sie, bis vom hinteren Drittheil die Segmentirung ganz wegfällt. Die Bildung der Dissipimente, resp. der Wandungen, welche die Segmente von einander abgrenzen, geht folgendermassen vor sich. — Als der Keimstreifen sich zu Ursegmenten zu spalten begann, bestand das mittlere Blatt noch aus einer einfachen Lage von Zellen; es entstehen in Folge dessen zwei Reihen von quadratischen, etwas in die Breite gezogenen Zellenplättchen, in welchen erst jetzt eine Höhle sich zu bilden beginnt; diese Höhle tritt als ein kleiner, heller Raum im oberen mittleren Theile der Plättchen auf und

1) R. Leuckardt. Die menschlichen Parasiten Bd. I 1863 p. 696.

breitet sich wie nach den Seiten, so auch nach unten aus. Anfangs sind die Wandungen, welche diese Höhle umgeben, sehr dick, werden aber mit dem Wachsthum der Höhle immer dünner; die hintere Wand jedes Segmentes berührt die vordere des folgenden, und es entsteht so eine doppelte Wand, welche die Höhlen der Segmente von einander trennt. Mit der Entwickelung der Gewebe wachsen diese Wandungen fest zusammen und es entstehen an mehreren Stellen Oeffnungen und Löcher, vermittelst welcher die Höhle eines Segments mit derjenigen der anderen communicirt. Jede Segmentalhöhle ist anfangs nach oben durch eine mit dem Wachsthum immer dünner werdenden Wand, ganz geschlossen, welche aber bald von beiden Seiten reisst, und die Höhlen der zu beiden Seiten des Embryo liegenden Segmente schmelzen in einander. Gleich nach der Ausbildung der Dissipimente bemerkt man in denselben das Auftreten von Segmentalorganen. Ihre erste Entstehung in den vorderen Segmenten ist schwer zu verfolgen, dagegen ist es viel leichter deren Bildung auf den grösseren Embryonen zu studiren und man sieht in dem von uns auf der Fig. 20 angeführten Keimstreifen alle Stadien ihrer Entwickelung. In den ersten Segmenten sind schon die flimmernden, in die Leibeshöhle hineinragenden Segmental-Organe vollständig entwickelt; je mehr nach hinten, wird auch ihre Ausbildung schwächer und man kann somit auf einem Embryo alle Bildungsstadien verfolgen. Die jüngsten Segmental-Anlagen zeigen einen kleinen Haufen von Zellen (Fig. 21), welche auf der kaum gebildeten vorderen Wand jedes Dissipimentes aufsitzten und frei in die Höhle des Segmentes hineinragen; wenn man diesen Haufen genauer und bei stärkerer Vergrösserung mustert, so genügt es um in demselben eine Ausstülpung der hinteren Wand der Dissipimente (Fig. 21. I), und in dieser schon ein schwach ausgesprochenes Lumen zu erkennen; weiter wächst diese Ausstülpung zu einem länglichen, hinten noch blinden Schlauche (Fig. 21, II), und nun treten die Flimmercilien auf. Es ist mir nicht gelungen den Zusammenhang oder das Zusammenwachsen des blinden Endes mit der äusseren Haut zu verfolgen, soviel aber kann ich mit Sicherheit behaupten, dass dieser Zusammenhang sehr spät zustande kommt, wenn das Rohr nämlich schon eine Schlinge gemacht hat. Auch die Bildung der inneren trichterförmigen Oeffnung des Segmentalorgans habe ich nicht gesehen, so dass meine Beobachtungen nur in der Beziehung vollständig sind, dass die Bildung des Rohres des Segmentalorgans aus der hinteren Wand der Dissipimente, oder der vorderen des Ursegments durch Ausstülpung vor sich geht. Ein Querschnitt, durch das hintere Drittel des Keimstreifens der Fig. 20, (Fig. 22), zeigt uns die Spaltung des mittleren Blattes, die Verdickung des oberen in der Gegend der Nervenplatte und die sich immer mehr aussprechende Verflachung der Zellen des Darmdrüsenblattes, je mehr sie sich dem Rückentheile nähern.

Der Embryo bildet sich weiter aus, indem er den Rückentheil umwächst und auch die Gefässe erscheinen. In Betreff des ersten Punktes sehen wir auf der Fig. 23 einen Lumbricus, dessen Keimstreifen schon mehr als die Hälfte des Dottersackes umwachsen hat und dessen vorderer Theil, der den Oesophagus einschliesst, schon vollständig gebildet ist. Bei diesem Embryo ist das Gefässsystem schon da und besteht aus einem Bauchgefäss

(Fig. 24 b.) und den seitlichen Schlingen (q), welche den Dissipimenten entlang nach oben gehen, ferner aus zwei seitlichen Gefässstämmen, welche sich an den Grenzen des auf dem Dottersacke ausgebreiteten mittleren Blattes hinziehen und nach vorn in das Rükkengefäss, welches auf dem Oesophagus liegt, übergehen. Bei der Ausbreitung des mittleren Blattes und seinem Zusammentreten auf der Rückenseite, welche vom vorderen Ende beginnt, schmelzen diese beiden, gewissermassen den *Sinus terminalis* bildende Gefässstämme zusammen und es entsteht somit das Rückengefäss.

Was den Ort anbetrifft, wo sich die Gefässe anlegen, so ist es nicht schwer für die Hauptstämme zu beweisen, dass sie aus den Zellen entstehen, welche sich zwischen dem Darmdrüsen- und dem Darmfaserblatte ansammeln und von einem dieser Blätter abstammen (Fig. 25). Die Querstämme bilden sich an den Stellen wo sich die beiden Dissipimentwandungen an dem Darmdrüsenblatt anstossen; von hier stülpten die Gefässanlagen das Darmfaserblatt zu einer Falte aus, welche das Gefäss umgebend, sein Muskelsystem bildet. Ich muss hier noch erwähnen, dass von dem als *Sinus terminalis* bezeichneten Gefässe noch kleine Stämme nach unten sich fortsetzen, die meiner Ansicht nach als Auswüchse des schon gebildeten Gefässes anzusehen sind, weil das mittlere Blatt, noch nicht so weit ausgebreitet ist. Obgleich ich das Epithelium in den Gefässstämmen der Lumbricineen nicht beoachtet habe, so ist doch seine Anwesenheit kaum zu bezweifeln, wie auch die beschriebene Bildung der grösseren Stämme, welche so vollständig mit demselben Prozesse bei den Wirbelthieren übereinstimmt. Ueber die Entstehung der Capilaren und der feineren Schlingen besitze ich keine Beobachtungen. Mit dem Zusammentreten des mittleren Blattes auf der Rückenseite des Regenwurmsembryo und der allmählichen Verdickung des Rückens, hält gleichen Schritt auch die Bildung der Borsten, und der Embryo nähert sich so seinem Ausschlüpfen.

Um die Veränderungen zu zeigen welche die Blätter während der Schliessung des mittleren Blattes auf der Rückenseite erleiden, führe ich hier drei Querschnitte eines Embryo aus dem entsprechenden Stadium vor. An seinem hinteren Ende zeigen die Blätter fast noch dieselbe Lagerung, welche wir auf der Fig. 22 finden; auf den anderen zwei, nämlich Fig 27 und 28, welche eins aus der Mitte des Embryo und das andere aus seinem vorderen Ende, in der Nähe der Einmündung des Oesophagus in den Darm, geführt sind, sahen wir, dass das Nervensystem, welches am hinteren Ende des Embryo noch im Bereiche des oberen Blattes liegt (Fig. 26), in der Mitte desselben (Fig. 27) sich schon vom oberen Blatte abtheilt und vorn auch von oben schon von den Muskelzellen der Hautfaserplatte bedeckt ist. Am mittleren Blatte fällt besonders seine grosse Entwickelung in die Augen und die mehrseitige Lagerung der Zellen, wie in den Darmfaser- so auch der Hautfaserplatte. An dem Querschnitt Fig. 28, sieht man unter dem Ganglion die drei stark lichtbrechenden Körper, welche dem breiten Nervenfaden von Leydig entsprechen. Mit ihrer näheren Entwickelung beim Lumbricus bin ich jetzt beschäftigt und hoffe bald die weiteren Resultate über diesen Punkt zu veröffentlichen.

Rückblicke und Vergleiche in Bezug auf die Entwickelung der Würmer.

Nachdem wir jetzt mit den Vorgängen bei der Entwickelung der Sagitta, Euaxes, Lumbricus und in den Hauptzügen auch der Hirudineen bekannt sind, können wir einen Blick darauf werfen, was für allgemeine Züge wir in der Entwickelung dieser Thiere finden und wie weit sie in den beschriebenen Entwickelungsvorgängen mit einander übereinstimmen.

Als einen ganz allgemenien Ausgangspunkt können uns die Keimblätter dienen, und besonders die zwei ersten, von denen das obere bei allen Typen dieselbe Rolle spielt und sich auch auf gleiche Weise entwickelt; desshalb kann es auch von uns als eine ganz allgemeine Bildung angesehen werden, und somit wäre das Sensorielles- oder Sinnesblatt der Sagitta, den Lumbricineen, Hirudineen, der Euaxes und dem Tubifex gemeinsam, sowohl nach seiner Bildung, da es sich immer nur aus den ersten oberen Zellen bildet, als auch nach seinem weiteren Schicksal, da aus ihm in allen von uns untersuchten Fällen die Haut und das Nervensystem entstehen.

Was das zweite primitive untere Blatt anbelangt, so treffen wir auch dasselbe bei allen von uns untersuchten Würmern. Aus diesem zweiten primitiven Blatte entwickelt sich der Darmkanal, sowie die Muskeln des Körpers und des Darms. Es stellt uns seinem Bau und seinem Antheil an der Bildung der inneren Organe nach, zwei Typen vor. Den einfachsten Typus bei der Bildung der inneren Organe aus dem unteren Blatte treffen wir bei der Sagitta; bei ihr bilden sich alle inneren Organe durch eine einfache Faltenbildung des unteren Blattes, wobei die mittlere (Taf. I Fig. 5 f) Falte das Darmdrüsenblattrohr bildet, die seitlichen Falten, namentlich die innere Wandung, welche dem Darm unmittelbar anliegt, bildet die Darmfaserplatte, und die äussere, welche dem oberen Btatte anliegt, — die Hautfaserplatte; somit bildet sich kein neues Blatt, sondern die Faserplatten entstehen aus dem primitiven unteren Blatte. Bei den von uns behandelten Würmern bildet das untere Blatt nicht unmittelbar die Faserplatten, sondern es entsteht eine besondere Zellenschicht — das mittlere Blatt, — durch dessen Spaltung die Haut- und Darmfaserplatten entstehen. Die Bildung dieses mittleren Blattes geht auf verschiedene Arten vor sich und wenn, wie bei den Lumbricineen, das primitive untere Blatt aus einer Reihe von Zellen besteht, so treten aus demselben oder zwei (Taf. VII Fig. 10 u. 12) nach hinten liegende äussere Zellen oder es scheiden sich auf der Neuralseite des Blattes zwei Zellenreihen aus, welche das mittlere Blatt darstellen. Diese zwei Zellenreihen bilden zwei längliche Anhäu-

fungen der Zellen des mittleren Blattes und können sehr früh oder auch sehr spät auftreten, je nachdem die Zellen, die dieses Blatt bilden, unmittelbar aus den Furchungskugeln stammen (Euaxes), oder sich später, bei der vermittelst der Flimmercilien schon schwimmenden Larve, vom unteren Blatte derselben abscheiden. Dieses mittlere Blatt, welches eigentlich die Form des Keimstreifens in der ersten Zeit der Entwickelung bei den Hirudineen und Oligochaeten bestimmt, besteht ausschliesslich aus mittleren oder die Muskel bildenden Zellen. Die Medular- oder Nervenplatten treten bei den Würmern, als bei einem niedrigeren Typus, viel später als bei den Arthropoden und Wirbelthieren auf, und haben auch Anfangs gar keinen Einfluss auf die Form des Keimstreifens. Aus diesem mittleren Blatte entstehen durch Spaltung zwei Platten, von denen die obere die Hautfaserplatte, die untere die Darmfaserplatte bildet. In anderen Fällen, wenn nämlich, wie bei Euaxes, das untere Blatt aus einer Reihe von grossen mit Dotterkörnern gefüllten Zellen besteht, scheiden sich von ihm auch einige Zellen (Taf. IV Fig. 26), welche das mittlere Blatt bilden und deren weiteres Schicksal ganz mit denen der Lnmbricineen übereinstimmt. Die Umwachsung der Darmdrüsenzellen bei Euaxes können wir wohl mit demselben Processe bei den Lumbricineen und der Sagitta vergleichen, nur erlaubte die starke Entwickelung des unteren Blattes derselben nicht sich einzustülpen und die Zellen des oberen Blattes müssen die grossen unteren umwachsen. Mit einem Worte, die Umwachsung der grossen Zellen des Darmdrüsenblattes bei Euaxes und die Einstülpung bei den Lumribcineen sind mir als verschiedene Extreme, als Stufen eines und desselben Processes anzusehen. Die Einstülpung ist doch nur dann möglich, wenn die Zellen der oberen Hälfte sich stark vermehren und einen grösseren Raum bedecken, und die sich einstülpenden wenig oder gar nicht sich vermehren. Viel mehr Schwierigkeiten stellen in dieser Beziehung die Vergleiche der Hirudineen mit anderen Würmurn dar, und besonders der Nephelis, da bei der Clepsine die Vorgänge in der Bildung des Keimstreifens mit denjenigen der Euaxes und Tubifex bedeutend übereinstimmen. Um die Bildung der Keimblattzellen bei der Nephelis zu verstehen, müssen wir die ersten vier kleinen Zelleu (Rathke. Beiträge zur Entw. der Hirudineen, Taf. I, Fig. 10, 13 f.) als das obere Blatt ansehen; was aber die Scheidung des primitiven unteren Blattes, also der vier grossen Furchungskugeln anbelangt, so wird uns die Analogie mit den Euaxes erst dann klar, wenn wir die Darmdrüsenkeimzellen der Euaxes, mit den Zellen *gg* (Fig. 15. Taf. I von Rathke) der Nephelis und die Reste oder die der grossen Furchungskugeln der Nephilis mit den Zellen *h e* Fig. 26 Taf. IV der Euaxes vergleichen; was die Umwachsung von den Zellen des oberen Blattes und die Bildung des Oesophagus-Hügels aus dem oberen Blatte anbelangt, so geht das in ähnlicher Weise wie bei Euaxes vor. Aus diesen Gründen finde ich eine Uebereinstimmung nicht nur in den Keimblättern der Lumbricineen, Hirudineen, des Tubifex und der Euaxes, sondern auch in ihrer Bildung, denn die verschiedenen dabei zu beobachtenden Vorgänge bilden, wie ich schon früher gesagt habe, verschiedene Stufen eines und desselben allgemeinen Processes der Scheidung in zwei primitive Keimblätter, der Umwachsung des unteren Blattes vom oberen und der

Bildung der Muskeln entweder unmittelbar aus den Zellen des Blattes oder nach der vorhergehenden Entstehung des Muskelblattes aus dem unteren.

Wenn wir jetzt die Entwickelung der von uns beschriebenen Würmer mit derjenigen der anderen Thiere vergleichen, so fällt uns besonders die Analogie der Keimblätter der Würmer mit derjenigen der Wirbelthiere, selbst bis ins Einzelne, auf; dieselben zwei primitiven Blätter, welche in der Entwickelung der Würmer die Hauptrolle spielen, sind auch bei den Wirbelthieren vertreten; wie bei den einen so auch bei den anderen tritt das mittlere Blatt erst nachträglich auf. Die Schicksale der Blätter und der Organanlage sind bis in einzelne Vorgänge sehr übereinstimmend. Die Bildung der Gefässe zwischen dem Darmdrüsenblatt und der Darmfaserplatte, (Taf. VII. Fig. 25), die Entstehung der Segmentalorgane (Taf. VII Fig. 21), welche mit der beim Hechte von Rosenberg beschriebenen Bildung der Urnieren übereinstimmtd, und endlich die Bildung der Nervenganglien aus den mittleren Verdickungen des oberen Blattes — sind alles Vorgänge, welche eine Parallelisirung erlauben. Wir werden unten sehen, dass die beiden primitiven Blätter der Würmer mit denjenigen der Insecten zu vergleichen sind, und aus den anderen Thiertypen finden wir ähnliches in der Entwickelung der *Ascidien*, welche, hinsichtlich ihrer Entwickelung, die grösste Analogie mit den Wirbelthieren darstellen. Die Gründe dazu wurden in meiner Abhandlung[1]) vom Jahre 1866 auseinandergesetzt und von mir noch weiter während meines Aufenthalts in Triest und Neapel im Jahre 1867 ausgearbeitet. Meine neuen Studien ergaben nur, dass die Einstülpungsöffnung sich auf den Rücken des Eies begiebt und die sich um dieselbe bildende Rinne, zur Rückenrinne sich schliesst; aus der durch Einstülpung gebildeten Zellenschicht entsteht das Darmrohr und aus der, auf den Rücken sich ziehender, Fortsetzung derselben das Nerven- oder Sinnesrohr; weiter beobachtete ich das bei der Auswachsung der Chorda, der Zusammenhang zwischen den beiden Röhren vergeht und, wie die Fig. 18 und 19 meiner früheren Abhandlung richtig zeigen, die Muskeln des Schwanzes aus der unmittelbaren Fortsetzung der Zellen, welche das untere Blatt zusammensetzen, entwickeln. Herr E. Metschnikoff[2]), welcher auch an die Entwickelung der Ascidien im Jahre 1868 ging, bestätigte sowie meine Angabe, dass die Chorda und das Muskelblatt oder die Muskelzellen, wie ich sie nannte, aus dem unteren Blatte abstammen, trat dagegen meinen Angabe über die Bildung des Nervensystems entgegen, indem er dasselbe von demselben Blatte ableitet aus welchem die Chorda und die Muskeln abstammen; nach einer erneuten Prüfung des Gegenstandes blieb ich aber bei meinen früheren Ansichten über diesen Punkt, und leite wie das Sinnesblatt aus der sich auf dem Rücken schliessenden Röhre, so auch die Entstehung des Schwanzganglions vom oberen Blatte, von den Zellen welche zum Theil unmittelbar auf dem die Chorda bildenden Zellen liegen, z.

---

1) Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien. Memoires de l'Academie des Sciences de St Petersbourg Serie VII, Tom. X № 15.

2) Bulletin de l'Academie de St. Petersbourg. 1868.

Theil etwas hinter ihnen d. h. an der Stelle der hinteren Wand der nach unten in die primitive Darmhöhle übergehenden Rückenrinne.

Wenn auch E. Metschnikoff angiebt, dass die Einstülpungsöffnung in die Mundöffnung übergeht, so ist dies positiv unrichtig, die Mundöffnung *d* des Rückenrohrs (Fig. 20 meiner Abhandlung)[1]) ist die letzte Spur des sich schliessenden Nerven- oder Rückenrohres. Beim Amphioxus, wie es meine neueren Studien erwiesen, geht die Einstülpungsöffnung auch auf den Rücken über, und die sie umgebenden Ränder schmelzen mit den Rändern der Rückenrinne zusammen, so dass ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Darmdrüsenblattrohre und dem Nervenrohre entsteht, was von mir auch bei den Plagiostomen und dem Frosche gefunden wurde und sich auch für die Accipenseriden als richtig erwiess. Die Entwickelung der inneren Organe der Sagitta, des Lumbricus und der Ascidien zeigt uns eine grosse Uebereinstimmung, so zu sagen denselben Typus d. h. die unmittelbare Bildung der Faserplatten aus den Zellen des unteren Blattes. Bei der Sagitta sind es zwei seitliche Falten, welche die Faserplatte bilden, bei den Ascidien die beiden seitlichen hinteren Theile desselben Blattes, und beim Lumbricus die zwei hinteren Zellen des unteren Blattes. Bei den anderen Mollusken habe ich die Bildung des Darmdrüsenblattes durch Einstülpung des blasigen Blastoderms, bei *Atlanta Peronii*, verfolgt, und die Abstammung der Gehirnbläschen und Nervensystems vom oberen Blatte beobachtet, konnte aber über die Bildung des mittleren Blattes keine Resultate erzielen.

---

1) Entwickelung der Ascidien. Taf II.

ZWEITER THEIL.

BEITRÄGE ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER ARTHROPODEN.

Entwickelungsgeschichte des Hydrophilus piceus.

Tafeln VIII, IX und X.

Der Hygrophilus legt seine Eier in besondere Cocons, welche er mit einer Luftröhre versieht und unter den Blättern von Potomogaeton anheftet.

Alle Eier sind mit einem Netze sich kreuzender Fäden umgeben und stehen immer vertical mit dem Kopfende nach oben gerichtet. An den Eiern, welche ich fand, war das Blastoderm schon immer gebildet und bestand aus einer Reihe von Anfangs ziemlich platten, später cylindrisch werdenden Zellen.

Obgleich es sehr schwer ist gewisse Entwickelungsperioden zu bestimmen, da die Entwickelung doch unaufhaltsam in allen Organen vorgeht, so entschliesse ich mich doch eine Eintheilung in der Entwickelungsperiode zu behalten, wegen der Bequemlichkeit, welche dieselbe bei der Beschreibung darbietet.

Ich werde desshalb die Entwickelung des Hydrophilus in drei Hauptperioden theilen, von denen die erste bis zur vollständigen Bildung des Keimstreifens und der Embryonalhäute geht, die zweite die Bildung der Exträmitäten und die Entstehung des Darmdrüsenblattes, bis zur Bildung der Rückenplatte und dem Riss der Embryonalhüllen, umfasst, die dritte aber die vollständige Ausbildung der Larve und die Schliessung der Darmwandungen auf der Rückenseite des Dotters enthält.

Erste Entwickelungsperiode.

Die erste Veränderung, welche ich in dem Blastoderm beobachtete, bestand in seiner Verdünnung auf der Rückenseite und Verdickung der Bauchseite, wobei die Zellen der letzteren zu ziemlich hohen cylindrischen Zellen wurden, die des Rückens aber zu einer Art Pflasterepithelium.

Die Bildnng des Embryo geht auf dem hinteren Ende seiner Bauchseite vor und besteht aus zwei fast parellelen Verdickungen des Blastoderms (Taf. VIII Fig. I), welche eine Art Schild bilden, dessen beide Ränder bald viel deutlicher hervortreten (Fig. 2) und am hinteren und vorderen Ende ineinander übergehen; man bemerkt auch 10—12 Querstreifen am Boden der Rinne, welche vielleicht als Vorgänge der späteren Segmente anzusehen sind. Ungefähr nach einer Stunde breiten sich die Ränder des Schildes auch auf dem Hinterende aus, wo sie, ineinander übergehend, am hinteren Pole des Eies eine rundliche centrale Vertiefung umgrenzen (Taf. IX Fig. 18) und nun beginnen die Ränder sich in der Mitte aufzuheben und ziemlich nahe aneinander sich zu legen (Taf. VIII Fig. 3 bei *d*), wie auch am hinteren Ende der Rinne. Untersucht man jetzt den hinteren Pol des Eies, so erweisst sich, dass der hintere Rand *a* (Taf. IX Fig. 18) sich zu einer Falte zu erheben beginnt. Wenn sich nun die Rinne am hinteren Ende schliesst, so verlieren ihre Ränder den Zusammenhang mit den Rändern der Falte, welche sich jetzt in den zwei parallelen Verdickungen (Fig. 4 d) an den Seiten der Rinne nach vorne verlieren. Diese verdickten Stellen des Blastoderms, welche (Fig. 3) die Embryonalanlage umgeben, sind nichts anderes als die Vorgänger der sich hier später bildenden Falte der Embryonalhüllen. Wie die erhobenen Ränder der Rinne, so bestehen auch die Streifen *d*, die Vorgänger der Embryonalhautfalten, aus nur bedeutend höher gewordenen cylindrischen Zellen und nirgends ist eine Vermehrung der Zellen, resp. eine Bildung von zwei Zellenschichten vorhanden. Die Schliessung der Rinne geht von zwei Punkten aus, in der Mitte von der Gegend des Buchstaben *d*, und am hinteren Ende von *a* (Fig. 3). Die hinten von oben geschlossene Rinne, welche jetzt ein Rohr bildet, wächst sehr schnell nach hinten, wobei sie sich auf dem Rücken krümmt und unter das vordere Ende der Falte a (Taf. IX Fig. 18) gelangt. Immer weiter in den Dotter einwachsend, drängt sie die Falte *a* gewissermassen hinauf und letztere erscheint auf der Fig. 4 auch wirklich auf der Bauchseite des Eies sich fortsetzend.

Ein ähnlicher Vorgang wurde von N. Wagner bei der Gastrophysus beobachtet. Dieser Forscher aber nahm die Schliessung des Rohres für die Bildung des Hinterdarmes an. Anfangs, als ich zum ersten Male diese Bildung von Hydrophilus sah, stimmte ich damit überein, bis genauere und vermittelst der Querschnitte weiter geführte Untersuchungen mich eines ganz anderen und unerwarteten Schicksals der so gebildeten Rinne belehrten. Die sie zusammensetzenden Zellen bilden nämlich das primitive untere Blatt des Keimstreifens, wobei das Lumen der Röhre, wie wir später sehen werden, vollständig schwindet.

Die Schliessung der Rinne geht von der Mitte von hinten und nach vorne, und auf der Figur 4 finden wir dass die Ränder der Rinne schon fast überall zusammengetreten sind und nur am vorderen Ende noch ein ziemlich breiter Spalt bleibt. Die Schwanzfalte, die hier schon auf die Bauchseite des Eies hervorgetreten ist, bedeckt die hinteren, zusammengetretenen Ränder der Rinne und indem sie nach vorn in die verdickten Stellen des Blastoderms sich zieht, bildet sie mit ihnen und dem vorderen Ende des Embryo einen deut-

lichen weissen Saum (Fig. 4 d und e); beim weiteren Wachsthum verändert sich auch die Schwanzfalte, indem sie sich weiter nach vorn ausbreitet und ihre vorderen Anlagen deutlicher (Fig. 5) hervortreten, um endlich auch zu einer Falte sich vereinigen (Fig. 6); in Folge dessen begrenzt dieselbe am vorderen Ende ein ovales Foramen, durch welches noch der Embryo zu sehen ist. In einem noch weiter vorgeschrittenen Stadium (Fig. 7) wird dasselbe von der von allen Seiten wachsenden Falte immer mehr verengt, bis es sich endlich ganz verschliesst. Im Stadium Fig. 5, und noch deutlicher in der folgenden, beginnt die Bildung der Kopflappen, die sich anfangs nur als die unteren oder inneren Theile der verdickten Stellen des Blastoderms zeigen, aus denen sich dann die Embryonalhüllen bilden. Da sich die Falte der Embryonalhüllen ganz an den Rändern der Kopflappen erhebt, so ist hier die ganze Anlage etwas breiter. In der Fig. 7 zeigen sich dieselben auf den Seiten des Eies, und im noch weiter vorgerückten Stadium (Fig. 8) bedecken sie das vordere Ende des Eies und treten selbst auf die Rückenseite über.

Was das hintere Ende des Embryo anbelangt, so fanden wir denselben auf der Fig. 3 als vollständig auf das hintere Ende des Eies sich fortsetzend; da aber der Embryo bei weiterer Entwickelung nach vorn und nach hinten zugleich wächst, so muss sein hinteres Ende das hintere Ende des Eies umwachsen und auf die Rückenseite übergehen, wobei er gewöhnlich die Oberfläche des Eies verlässt, in den Dotter hineinwächst und hier also eine Art inneren Keimstreifens bildet.

Das sind die Veränderungen, welche man bei der Entwickelung des Keimstreifens von aussen sehen kann; will man aber wissen, was unter der äusseren Oberfläche des Embryo vorgeht und was aus der geschlossenen Rinne geworden ist, so muss man zu den Schnitten greifen, da sonst an dem ganz undurchsichtigen Ei des Hydrophilus durchaus nichts zu sehen ist.

Wir wenden uns also zur Beschreibung der Querschnitte der vorhergehenden Entwickelungsstadien. Ein Querschnitt durch ein Ei vor der Anlage des Embryo zeigt uns, dass das Blastoderm überall aus einer Schicht von Zellen besteht. Die Querschnitte von Fig. 1 und 2 sind so übereinstimmend, dass man sich mit dem von Fig. 2 begnügen kann; der Unterschied besteht nur darin, dass die Ränder *r* im Querschnitte des Stadiums Fig. 1 viel weniger ausgesprochen sind.

Aus dem Stadium Fig. 3 führe ich einen Querschnitt an, welcher durch die Stelle geht, wo der Buchstabe *d* steht. Wir sehen hier die Ränder der Rinne bedeutend zusammengerückt und die Zellen, welche den Boden der Rinne bilden, nehmen eine lange, nach unten sehr ausgebreitete, cylindrische oder conische Form an.

Die Querschnitte der Fig. 4, 5 und 6 sind, was die Embryonalanlage oder den Keimstreif anbelangt, so übereinstimmend, dass ich es zur Erklärung dieser Stadien für zweckmässiger halte, einen Querschnitt von der Kopfanlage des Embryo Fig. 6, und zwei Querschnitte von dem mittleren und hinteren Theile desselben Embryo Fig. 5 vorzuführen. Die Fig. 22 zeigt uns einen Querschnitt durch die Kopflappenanlage des Embryo Fig. 6. An

den Seiten sehen wir die beiden Falten des Blastoderms (f), welche die Embryonalhüllen bilden; im Innern finden wir die hier nicht geschlossene Rinne, deren Zellen unter dem äusseren Blatte sich so ausgebreitet haben, dass sie hier schon eine Art eines zweiten Blattes bilden, da sie schon nicht mehr cylindrisch, sondern meistens sechseckig oder auch an den Rändern abgerundet sind; sie liegen in zwei oder drei Reihen. Das obere Blatt ist in der Nähe der Rinne etwas dünner, als an den Stellen, welche schon von den Seitenfalten bedeckt sind und welche die Kopflappen-Anlage vorstellen.

Ein Querschnitt aus dem Stadium Fig. 5, in der Gegend des Buchstaben *a*, giebt uns ein anderes Bild (Fig. 23). Hier sehen wir erstens, dass die Ränder der Seitenfalten der Embryonalhüllen hier schon zusammentreten und zweizellige Membranen bilden, von denen die äussere, aus einer Reihe von platten Zellen bestehend (s), unmittelbar in diejenigen Zellen des Blastoderms übergeht, welche den Dotter vom Rücken her umgeben, und die innere (*a*), aus cylindrischen Zellen zusammengesetzte, geht in den Theil des Blastoderms über, welcher das obere Blatt des Keimstreifens bildet. In der Mitte des letzten sehen wir die Rinne, deren Ränder schon ganz nahe zusammengetreten sind, und deren Boden und Seiten schon aus zwei oder drei Reihen von Zellen bestehen. Sie haben die Form von sechseckigen, aber sehr in die Länge gezogenen Zellen. Ein Querschnitt (Fig. 24) aus dem hinteren Ende desselben Embryo (Fig. 5) zeigt nun fast dasselbe wie die vorstehende Figur, nur ist zwischen den beiden Embryonalhüllen Dotter eingetreten, und ausserdem begegnen wir auf diesem Querschnitt zweimal dem Keimstreifen, was unzweifelhaft beweisst, dass es am hinteren Ende des Eies liegt, und sich auf der Rückenseite des Embryo noch fortsetzt. Um das weitere Schicksal der sich jetzt schliessenden Rinne zu erfahren, brauchen wir nur die Querschnitte aus dem mittleren Theile der Stadien Fig. 6 und 7 zu untersuchen (Fig. 25). Wir finden hier dass die Zellen, welche die geschlossene Rinne bildeten, ihre cylindrische Form verlieren, sich abrunden und ziemlich lose neben einander liegen. Diejenigen Zellen, welche die Ränder der Rinne bildeten, erleiden dieselben Veränderungen und kommen, wie man aus ihrem Habitus schon schliessen kann, in das aus den abgerundeten Zellen der geschlossenen Rinne sich bildende zweite Blatt. Bei einem Schnitt (Fig. 26) durch den Embryo Fig. 8 finden wir beide Blätter ganz von einander geschieden. Das obere Blatt besteht noch immer aus einer Reihe cylindrischer Zellen, das untere aus zwei, an manchen Stellen aus drei Reihen rundlicher und eckiger Zellen. Diese beiden Blätter, welche den Keimstreif bilden, sind von aussen durch die beiden Embryonalhüllen bedeckt. — Durch die feinere äussere, welche wir nach dem Vorschlage von Elias Metschnikoff als seröse Hülle, und die innere als Amnion bezeichnen werden, (Embryologische Studien an Insecten. Zeit. für Wiss. Zoologie Bd. 16).

Aus dem oben Gesagten ist es schon klar, dass das zweite oder untere Blatt aus dem oberen oder aus den Zellen des Blastoderms entsteht, welche eine geschlossene Röhre bildeten, deren Zellen sich abrunden und in eine Schicht oder das Blatt zerfallen; oder es entsteht wie am vorderen Ende der Fig. 6, wo die Rinne sich nicht zu einem Rohre schliesst,

dadurch, dass die Zellen, welche den Boden der Rinne bilden, sich abrunden und auseinander treten. Die eine Art der Bildung geht in die andere ganz allmählig über, und wir können mit vollständiger Sicherheit behaupten, dass das zweite Blatt unmittelbar aus den Zellen des Blastoderms entsteht, dass die Zellen des Blastoderms — also gewissermassen Epithelialzellen — in die Bildung des zweiten, d. h. hauptsächlich des Muskelblattes übergehen. Um mit den Stadien der Keimstreifenbildung zu beendigen, müssen wir noch das Auftreten der Segmentirung besprechen. Schon bei der Fig. 2, also bei der ersten Bildung der Rinne oder des Schildes, konnte man das Auftreten der Segmentirung beobachten. Bei der Fig. 2 kann man schon 10—12 Segmentalanlagen bemerken, doch treten sie erst dann mit besonderer Deutlichkeit hervor, wenn die Embryonalhüllen schon einen bedeutenden Theil des Embryo bedecken; namentlich kann man beim Stadium Fig. 5 nicht nur mehrere Segmente, sondern auch ganz deutlich die s. g. Kopflappen von den anderen unterscheiden. Beim weiteren Wachsthum des Embryo wird es noch deutlicher, und in der Fig. 6 sehen wir ausser den Segmenten, welche durch die Embrionalhäute durchschimmern, noch zwei seitliche Ausbreitungen des Keimstreifens, welche auch fast während der ganzen Entwickelung bestehen. Es ist die vordere, welche die Kopflappen bildet, indem die untere oder hintere die drei Rumpfsegmente darstellt, auf welchen die Füsse sich später entwickeln. Auf den Fig. 6 und 7 sehen wir schon alle Segmente angelegt, welche sich später nur weiter ausbilden; die Zahl derselben steigt auf 16 und 18; im ersteren Falle glaube ich, dass die zwei hinteren Segmente noch im Dotter eingesenkt sind und desshalb auf der Oberfläche noch nicht zu sehen sind. Die Furchen, welche schon anfangs die Grenzen der Segmente andeuteten, werden immer deutlicher und tiefer, so dass sie in den Fig. 8, 9 und 10 ihre grösste Entwikkelung erreichen und später immer etwas undeutlicher werden. Zwischen den vier vorderen, zum Kopfsegmente zusammenschmelzenden Segmenten, gehen sie vollständig zu Grunde. Auf der Fig. 8 sahen wir den Keimstreifen nicht nur die ganze Bauchseite des Eies einnehmen, sondern auch am vorderen und hinteren Ende desselben auch auf die Rückenseite übergehen. Bei demselben Embryo, bei welchem sich die Embryonalhäute kaum geschlossen haben, sehen wir schon die ersten Vorgänge zur Extremitätenbildung. Es sind nämlich die 8 oberen Segmente (das erste Koflappensegment nicht mitgezählt). Die fünf letzten sind am breitesten und erheben sich bedeutend an ihrem hinteren Ende. An der Grenze der Kopflappen tritt jederseits ein verdickter Streifen auf, der die erste Anlage der Fühler ist.

Damit beendigen wir die erste Entwickelungsperiode des Hydrophilus; welche die Bildung der Keimstreifen und der Embryonalhäute umfasst. Sie geht gewöhnlich in 24 Stunden folgendermassen vor sich. Die Cocons werden des Nachts abgelegt und des Morgens um 9 Uhr ungefähr bildet sich die erste Anlage der Rinne; gegen 2 Uhr Nachmittags ist die Rinne schon geschlossen, nnd die Schwanzfalte tritt auf die Bauchseite. Bis zum Abend kann man die Stadien, die auf den Fig. 5, 6 und 7 Taf. IX abgebildet sind, beobachten, das letzte erst sehr spät. Die übrigen schreiten während der Nacht schon weiter vor, und am folgenden Morgen erhält man schon die Embryonen mit der Bildung der Extremitäten.

Will man die Stadien, welche während der Nacht vor sich gegangen sind, beobachten, so stelle man nur die Morgens gebrachten Cocons in einen kalten Raum, z. B. in den Keller; dadurh kann man die erste Periode auf zwei Tage ausdehnen.

Bevor wir uns zur zweiten Entwickelungsperiode des Hydrophilus wenden, möchte ich dem Leser auseinandersetzen, wie wir den Rest des primitiven Blastoderms, welcher den Rücken des Embryo bedeckt und sich als unmittelbare Fortsetzung der serösen Hülle darstellt, aufzufassen haben.

Können wir nun den Theil, welcher über dem Keimstreifen liegt, als seröse Hülle ansehen, oder auch denjenigen, welcher den Rücken des Dotters bedeckt, wenn er auch, wie es sich später ergeben wird, an der Bildung des Rückens Antheil nimmt? Es ist dies allerdings Sache der Anschauung, — der Eine wird sagen, es ist das Blastoderm, welches von Anfang an den Rücken des Eies und den Embryo bedeckt, und auch als solches aufgefasst werden muss, der andere, sich z. B. auf die Fig. 24 stützend, wird für eine zusammenhängende Haut, welche keine Daten für irgend welche Theilung giebt, und für eine seröse Hülle erklären; ich meinerseits, mich auf die Thatsache stützend, dass bei den Schmetterlingen, Bienen und anderen Insecten der Rückentheil des Blastoderms unzweifelhaft in die seröse Hülle übergeht, welche keinen Antheil an der Bildung des Rückens des Embryo nimmt, spreche mich dahin aus, dass der Rückentheil des Blastoderms beim Hydrophilus als seröse Hülle anzusehen ist, welche sich an der Bildung des Rückens betheiligt. Sehen wir doch die seröse Hülle oder die Decidua (nach Reichert) als seröse Hülle oder Decidua an, obgleich sich aus derselben der Darm des Meerschweinchens bildet; nennen wir es doch beim Pilidium seröse Hülle, obgleich auch bei ihm sich der Darm aus derselben entwickelt; ich finde desshalb keinen Grund, um den Rückentheil des Blastoderms, nur desshalb weil er sich an dem Aufbaue des Rückens betheiligt, nicht als seröse Hülle ansehen zu können.

Zweite Entwickelungsperiode.

Die zweite Entwickelungsperiode umfasst die Bildung der Organanlagen aus den beiden Keimblättern, die Entstehung der Extremitäten, bis zum Riss der Embryonalhüllen, welche den Keimstreif bedecken. Schon am Ende der ersten Periode haben wir gesehen, dass sich der hintere Theil der vorderen Segmente aufhob, und dass sich diese Segmente dadurch von den nach hinten liegenden unterschieden. Während dieser Periode, besonders beim Beginn der Extremitätenbildung, zieht sich der Keimstreif so bedeutend zusammen, dass sein Kopf- und Schwanzende nicht nur bis an die Bauchseite des Eies kommt, sondern noch von dessen Enden mehr oder weniger absteht (Fig. 10), um dann erst später, nach

der Entwickelung der Extremitäten, auf die Rückenseite überzugehen. Diese Zusammenziehung scheint bei allen Insecten vorzugehn und gewöhnlich von dem Stadium an, wo aus den ersten zwei Blättern, resp. aus dem vorbereitenden Material die Organe und Extremitäten sich zu bilden beginnen. Fig. 9 zeigt uns das erste Stadium dieser Entwickelungsperiode und, was dieses Stadium besonders charakterisirt, das Auftreten der Extremitäten und die Scheidung des Keimstreifens in Nerven- oder Medullarplatten und Seitenplatten.

Die ersten vier Segmente können als dem Kopfe, die drei folgenden als dem Rumpfe entsprechende, die letzten als Bauchsegmente angesehen werden. Das folgende Stadium zeigt uns das Auftreten der Extremitäten und die Bildung der Mundöffnung; dabei liegt das vordere Ende des Keimstreifens schon vollständig auf der Bauchseite des Eies. Die Lage der Extremitäten ist besser auf der Zeichnung als aus der Beschreibung zu sehen; besonders entwickelt ist das zweite Maxillenpaar, das vierte Fusspaar stellt sich aber als ein kleiner Höcker dar. Von der Anlage des fünften Paars ist keine Spur mehr vorhanden. Die Mundöffnung entsteht in Folge der hier stattfindenden Einstülpung; ihre in die Tiefe wachsenden Ränder bilden den Oesophagus. In der Mitte des Keimstreifens sieht man, seiner ganzen Länge nach, eine kleine Vertiefung, die von zwei etwas erhabenen Rändern umgeben ist. Das hintere Segment ist noch nicht vollständig auf die Bauchseite des Eies getreten, was wohl wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass bis jetzt die Bildungsprocesse besonders am vorderen Ende des Embryo energisch vorgingen. Das folgende, von uns angeführte Stadium zeigt uns, dass das Hinterende des Keimstreifens jetzt ganz vollständig auf die Bauchseite übergetreten ist und characterisirt sich durch die Bildung der sieben Paar ziemlich tiefer Einstülpungen der äusseren Haut auf den Bauchsegmenten. Jede Einstülpung ist von einem breiten Wall umgeben, der fast das ganze Segment einnimmt. Bei demselben Embryo ist schon der Anus und der kurze Hinterdarm gebildet, welcher wie die Mundöffnung und Oesophagus als eine Einstülpung des äusseren Blattes anzusehen ist. Die Ränder der mittleren Einsenkung oder Rinne zeigen jetzt auch eine gewisse Differencirung, entsprechend der weiteren Ausbildung der Segmente; — sie spalten sich namentlich durch eine Zahl schwacher aus innen gehender Furchen oder Einsenkungen in so viele Abtheilungen wie viel Segmente da sind. Diese weissen Streifen sind eigentlich die Medullarplatten, und ihre Spaltung entspricht dem Zerfallen derselben in Ganglienanlagen. Was die weitere Entwickelung betrifft, so charakterisirt sich dieselbe durch die weitere Ausbildung der schon angelegten Organe. In der Fig. 11, finden wir einen Embryo, bei dem die Zahl der Segmente schon auf 11 Paar angewachsen ist, indem in dem letzten Thoracal- und in dem ersten Bauchsegmente noch zwei neue Paare der Stigmenöffnungen sich gebildet haben. Die Extremitäten-Anlagen stellen sich schon als schwach ausgebildete Gliedmassen dar; das Fusspaar auf dem ersten Bauchsegment ist in schneller Verkleinerung begriffen. Die Stigmenöffnungen sind mehr an die Ränder des Keimstreifens getreten und viel kleiner geworden, auch sind ihre erhabenen Ränder von der äusseren Seite fast ganz verschwunden, um sich gewissermassen an der inneren Seite als kleine Höcker (Fig. 11 h.) zu sammeln.

Die höckerartigen Vorsprünge an der inneren Seite sind nur an den Bauchsegmenten zu sehen, dagegen an den Thoracalsegmenten, wo die Extremitäten schon angelegt sind, ist von ihnen keine Spur vorhanden, und an dem ersten Bauchsegmente fällt dieser Höcker mit der hier so schwach gebildeten Fussanlage zusammen. Die Medullarplatten sind hier schon deutlich zu paarigen ganglienartigen Verdickungen geworden, welche durch feinere paarige Streifen verbunden sind. Die Kopflappen beginnen schon das vordere Ende des Eies zu umwachsen. Die Oberlippe (*ob*) ist als deutliches paariges Organ zu sehen. Die Fühler sind schon ganz deutlich vorhanden, und die Mundtheile beginnen sich zu gliedern, wobei jeder mehr und mehr seine spätere Form annimmt. Die Unterkiefer- und Unterlippen-Anlagen ziehen sich bedeutend in die Länge und erscheinen schon dreigliedrig. Beim Embryo, auf der Fig. 12 abgebildet, finden wir dieselben Organe noch weiter in ihrer Ausbildung vorgeschritten. Der Keimstreifen ist schon bedeutend in die Breite gewichen und bedeckt fast vollständig die Bauchseite des Eies. Die Stigmenöffnungen sind kaum noch zu sehen und die höckerartigen Bildungen sind deutlicher ausgedrückt. Wie wir sehen, zerfallen die Unterkiefer und die Unterlippe in zwei Theile; — das erste Segment wird nämlich breit und blattartig, dagegen ziehen sich die anderen in die Länge. Die Mittellinie, besonders an den Brust- und Kopfsegmenten, vertieft sich stark, und es bildet sich hier eine tiefe Rinne. Am Bauche ist diese Rinne schwach ausgedrückt, jedoch waren die Grenzen der Segmente sehr klar zu sehen. Damit endigen die Veränderungen, welche während der zweiten Periode von aussen zu sehen sind und welche der Keimstreifen während seiner Lage auf der Bauchseite des Eies erleidet. Wenden wir uns zu den Veränderungen des zweiten Blattes, aus dem der Keimstreif Fig. 8 bestand. Ein Querschnitt des Embryo Fig. 9 zeigt uns dieselben Verhältnisse, nur unterscheidet er sich durch eine etwas grössere Breite und durch die Kleinheit der Zellen des zweiten Blattes. Dagegen sind die Querschnitte des Embryo Fig. 10 schon bedeutend verschieden. Ich führe von diesem Embryo die Querschnitte an. An allen finden wir jetzt die Emhryonalhäute viel dünner; auch ist das obere Blatt an den Stellen besonders verdickt, die ich Medularplatten genannt habe, und selbst in der Thoracalgegend ist es da zweischichtig.

Der Querschnitt (Fig. 29) aus dieser Gegend zeigt uns die Art der Extremitätenanlage; wir sehen, dass dieselben aus einer Ausstülpung des äusseren Blattes bestehen, welche von den Zellen des unteren Blattes vollständig ausgefüllt ist. Das zweite Blatt ist überall ziemlich dünn und biegt sich an seinen beiden Rändern nach unten oder bildet eine Falte, welche von fast cylindrischen Zellen umgeben ist. Diese Falte umgiebt einen Hohlraum (*h*), und die Zellen unter demselben breiten sich auf dem Dotter in der Richtung zur Mittellinie aus, was man noch viel deutlicher an den Schnitten desselben Embryo, vom Bauchtheile, sieht; je weiter die unter dem Hohlraum liegenden Zellen der Mittellinie des Körpers sich nähern, desto flacher werden dieselben, bis sie endlich ganz verschwinden. Wenden wir uns jetzt zum Querschnitt (Fig. 27), welcher durch eine Stelle des Abdomen geführt ist, an der man keine Einstülpung zur Stigmenbildung findet. Das obere Blatt besteht hier, selbst in den Medularplatten, aus einer

Schicht von Zellen, dagegen besteht das untere, mit Ausnahme der Stelle, wo seine Zellen die Höhle *h* umgeben und cylindrisch sind, aus rundlichen und eckigen Zellen, wobei noch zu bemerken ist, dass das untere Blatt in Folge seines schnelleren Wachsthums an den Rändern oder aus anderen Gründen in der Mitte zerreisst, so dass der Dotter hier unmittelbar an das obere Blatt anstösst. Der Querschnitt Fig. 28 geht durch die Einstülpung der sich bildenden Stigmen; hier sehen wir ganz deutlich den Querschnitt des Walles. Das äussere Blatt, so wie seine Ausstülpungen bestehen nur aus einer Reihe cylindrischer Zellen. Beim Querschnitt des Embryo Fig. 11 finden wir hauptsächlich Veränderungen am oberen Blatte. Aus der Anlage der Medullarplatten scheiden sich zwei Zellenstränge vom äusseren Blatte ab, welche sich auf den Querschnitten als Haufen von Zellen darstellen, die noch vollständig im Bereiche des oberen Blattes liegen. Zwischen die beiden Ganglienanlagen schiebt sich noch das aus ziemlich grossen Zellen bestehende obere Blatt ein. Die Stigma-Einstülpungen haben sich zu bedeutenden Platten ausgebildet. Das untere Blatt unterscheidet sich nur so weit von dem, was wir früher gesehen haben, dass seine unter der seitlichen Höhle (*h*) liegenden Zellen sich nicht nur etwas weiter auf den Dotter ausgebreitet haben, sondern sich auch in zwei Schichten spalten, in eine untere (*db*), welche dem Dotter unmittelbar aufliegt, und eine obere (*df*), welche noch immer die untere Wand der Höhle bildet. Die Querschnitte der Fig. 12, (Fig. 31, 32 und 33) unterscheiden sich von den vorhergehenden wie durch weitere Ausbildung der schon im vorigen Stadium angelegten Organe, so auch durch Bildung der Darmwandungen. Ferner sehen wir hier auch die vollständige Abscheidung der Ganglienkörper vom oberen Blatte, wobei sich von letzteren eine tiefe, von feinen Wandungen umgrenzte Rinne bis zur Mitte des Ganglions hinzieht, deren untere Zellen unmittelbar in diejenigen des Ganglions übergehen. Auch ist die Ausbreitung des Tracheenstammes schon weiter vorgeschritten. Das zweite Blatt an den Querschnitten aus der Mitte des Embryo unterscheidet sich noch nicht von dem auf der Fig. 30 gesehenen. Die Querschnitte Fig. 32 und 33, aus dem hinteren Theile des Embryo entnommen, zeigen die Bildungen der Darmwandungen und die Einmündungen der Malpighischen Gefässe. Beim Querschnitte Fig. 32 sehen wir das vollständig abgetheilte Ganglion und finden auch noch am zweiten Blatte die nach aussen liegenden Höhlen *h*, deren untere Wandungen schon früher in zwei Schichten zerfallen sind. Die untere Schicht von Zellen (*db*) bildet nach aussen eine Anhäufung von mehreren Zellen, welche, unmittelbar dem Dotter aufliegend, sich nach innen zur Mittellinie richten, dabei beständig flacher werden und endlich, ohne den Dotter von unten vollständig zu bedecken, verschwinden. Die Zellen *df*, welche den eigentlichen Boden der Höhle *h* bilden, ziehen sich auch in der Richtung nach innen, da sie aber auf dem Wege den Malpighischen Gefässen begegnen, so zerfallen sie hier in zwei Zellenreihen, welche dieselben umgeben, um noch eine kleine Strecke weiter, als einfache Zellenreihe (*r*), sich auf die den Dotter unmittelbar bedeckenden Zellen auszubreiten. Die Malpighischen Gefässe stellen sich hier, von der Fläche betrachtet, als zwei vielfach gewundene Röhren dar, deren Windungen wir auch auf den Querschnit-

ten mehrfach begegnen. Bei dem noch weiter nach hinten geführten Querschitte, Fig. 33, sehen wir auch die Einmündung der Malpighischen Gefässe in den Darm. Die Figur ist um so mehr interessant, als sie uns zum ersten Male die vollständige Umwachsung des Dotters von unten zeigt. Da es die Abbildung eines Querschnittes ist, welche unmittelbar auf den in Fig. 32 angeführten folgt, so giebt sie uns auch einen Schlüssel zur Deutung der einzelnen Theile, welche anders nicht verständlich wären. Wir sehen hier, dass die Zellen, welche den Dotter bedecken, unmittelbar die Fortsetzung der Zellen *db* Fig. 30, 31 und 32 sind, und dass dieselben hier unzweifelhaft das Darmdrüsenblatt bilden; weiter können wir auch behaupten, dass die Zellen, welche die Querschnitte der Malpighischen Gefässe umgeben und sich weiter nach innen, dem Darmdrüsenblatt zu, richten, nichts anderes sind als die sich ausbreitenden Zellen *df* der Fig. 32. Da diese Zellen die Muskelschicht des Darmes bilden, so können wir dieselben als das Darmfaserblatt bezeichnen. Auf dem oberen Ende der Fig. 33 ist noch ein schwacher Rest der Höhle *h* zu sehen.

Mit dieser Beschreibung beendigen wir eigentlich die zweite Entwickelungsperiode; bevor wir aber weiter gehen, halte ich es für nöthig, hier noch etwas über die Tracheenbildung zu sagen. Aus den Einstülpungen, deren erste Entstehung wir aus der Fig. 10 gesehen haben, entsteht nicht nur die Stigmaöffnung, sondern alle grösseren Tracheenstämme. Wir sehen schon, dass die durch Einstülpung gebildeten Taschen, indem sie auf das zweite Blatt stossen, sich auf demselben ausbreiten; und zwar geht diese Ausbreitung nicht nur in die Breite, sondern auch in die Länge vor, so dass schon beim Embryo Fig. 12 der Boden jeder Einstülpung eine länglich ovale Form angenommen hat und sich die Einstülpungen der benachbarten Segmente fast berühren. In dem Embryo Fig. 13 sind dagegen die in jedem Segment durch Einstülpung gebildeten Trachealtaschen zu einem jederseits des Körpers ziehenden Stamme verschmolzen. Man begegnet auch auf den Querschnitten dieses Embryos kleineren, aus den grossen seitlichen Tracheenstämmen ausgewachsenen Stämmchen, welche zum Nerven- und Muskelsystem, d. h. nach der Bauch- und Rückenseite gehen. Die Fig. 37 zeigt uns solch einen Ast nach unten gerichtet; einem ganz ähnlichen begegnet man auch auf dem Querschnitt des Embryo Fig. 13. Was die Malpighischen Gefässe anbelangt, so entstehen dieselben gleich nach der ersten Bildung des Hinterdarms, vielleicht als Ausstülpung des Darmdrüsenblattes, da sie doch zu einer Zeit, wenn der Dotter von unten noch nicht geschlossen ist, in die kaum angelegte Darmhöhle einmünden. Sie wachsen sehr schnell und machen mehrere Windungen.

Um mit den Stadien dieser Entwickelungsperiode vollständig zu beenden, muss ich noch die Zerklüftung des Dotters in die sogenannten Dotterschollen oder Dotterballen besprechen. In den ersten Stadien, während der Bildung des Blastoderms und des Keimstreifens, bleibt derselbe überall gleich; sobald aber der Keimstreifen die Form der Fig. 8 annimmt, beginnt der Dotter an der Oberfläche, d. h. an den Stellen, welche den Zellen am nächsten liegen, in Ballen zu zerfallen. Dies geht von aussen nach innen immer schneller vor sich. Ich glaube mich überzeugt zu haben, dass weder die Zellenkerne, noch Kerne überhaupt, am wenig-

sten aber bei Hydrophilus, dabei eine Rolle spielen. — In allen Stadien dieser zweiten Entwickelungsperiode ist der Keimstreifen noch von den Embryonalhüllen bedeckt, dieselben werden aber immer dünner, um endlich im folgenden Stadium gänzlich zu verschwinden, wobei das Hornblatt mit dem Theile des Blastoderms oder der serösen Hülle, welche den Dotter von der Rückenseite bedeckt, zusammenschmilzt. Die einzelnen Stadien von dem Verschwinden der Häute habe ich nicht unmittelbar beobachten können. Vor dem Verschwinden derselben findet man schon, dass die Zellen der Rückenseite der mit Chromsäure behandelten Embryonen dicker werden. Es ist diese Schicht von Zellen nichts anderes als das Blastoderm oder die den Rücken deckende Fortsetzung der serösen Hülle.

Dritte Entwickelungsperiode.

Die dritte und letzte Periode der embryonalen Entwickelung des Hydrophilus beginnt mit dem Risse der Embryonalhüllen und der Bildung der Rückenplatte und endigt mit dem Ausschlüpfen der Larve aus dem Eie. Die Fig. 13 zeigt uns das erste Stadium dieser Periode, — der Keimstreif bedeckt die ganze Bauchseite des Eies und tritt am vorderen und hinteren Ende auf den Rücken über. Vom Rücken gesehen, findet man die aus verdickten und weiss erscheinenden Zellen gebildete Rückenplatte, und es scheint, als wenn zwischen ihr und den Rändern des Keimstreifens der gelbe Dotter frei daliege; bei genauer Untersuchung erweisst es sich aber, dass der Dotter hier von einer, wenn auch sehr dünnen, doch aus Zellen bestehender Haut bedeckt ist, welche unmittelbar von den Rändern des Keimstreifens anfängt. Die verdickte Zellenschicht, welche den Rücken bedeckt, verändert sich bald, und man bemerkt, dass ihre Ränder, besonders an dem hinteren Ende, sich faltenartig aufheben, und diese Aufhebung schreitet immer mehr nach vorn (Fig. 14), bis wir hinten schon einen geschlossenen Blindsack finden (Fig. 15), der nach vorn noch weit offen ist. In der Fig. 16 bemerken wir, dass sich dieser Sack oder diese Rinne fast der ganzen Länge nach schon geschlossen hat, nur bleibt am vorderen Ende noch eine kleine Oeffnung, welche in das Lumen der sich so gebildeten Röhre führt; bald darauf schliesst sich auch diese Oeffnung. Untersuchen wir die Querschnitte dieser Stadien, so finden wir in den Fig. 34, 35, 36 und 37 alle Übergänge von der Bildung der Rinne (in Folge der sich faltenartig erhebenden Ränder) bis zu einem anfangs nur hinten geschlossenen und sehr breiten, später viel engeren Rückenrohre, welches sich von dem Epithelium der Haut absondert und unmittelbar in den Dotter hineinragt.

Beginnen wir mit dem Querschnitte aus dem vorderen Theile des Embryo Fig. 13, (Fig. 34). Der Keimstreif bedeckt die ganze untere Hälfte des Eies, und sein äusseres Epithelium

geht in die grossen cylindrischen Zellen der Rückenplatte über, wobei es an den Stellen, wo es unmittelbar auf dem Dotter liegt, aus sehr platten Zellen besteht, welche fast nur durch die Kerne zu bestimmen sind. Das Darmdrüsenblatt bedeckt einen bedeutenden Theil der Bauchseite des Dotters, aber in der Mitte ragt der Dotter noch unbedeckt in die Leibeshöhle hinein. Die Zellen, aus welchen sich die Muskeln des Darmkanals entwickeln, lagern sich schon in einer deutlich ausgesprochenen Schicht, welche unmittelbar auf dem Darmdrüsenblatte liegt, das ist das Darmfaserblatt. — Auf dem Querschnitte desselben Embryo von hinten (Fig. 35), sehen wir die Ränder der Rückenplatte faltenartig aufgehoben.

Der Querschnitt durch die hintere Hälfte der Fig. 15 zeigt uns eine schon geschlossene Rückenrinne und eine etwas weiter fortgeschrittene Ausbreitung des Darmdrüsenblattes, so wie die Umgebung des Ganglions der Zellen des mittleren Blattes. Später verengert sich die zu einem Rohre geschlossene Rückenplatte und beginnt in den Dotter einzuwachsen. Während dieser Veränderungen am Rücken des Embryo sieht man an dem anderen Theile desselben nur eine bedeutendere Entwickelung und Ausbreitung der Organe. Was den Keimstreif des Embryo anbelangt, so finden wir, dass er auf dem vorderen und hinteren Ende schon auf den Rückentheil übergegangen ist. Die Fühler ragen nur etwas von der äusseren Seite empor; die Oberkiefer sind zu bedeutenden Haken geworden; die Unterkiefer, mit Ausnahme der Taster, sind von dem blattartig ausgebreiteten und zusammengewachsenen ersten Gliede der Unterlippe ganz von unten bedeckt; die Unterkiefer und Unterlippen-Taster ragen nach aussen; die Mundöffnung liegt unmittelbar unter dem vorderen Rande. An den drei Paaren von Extremitäten unterscheidet man schon deutlich ihre Zusammensetzung aus 5 Gliedern, das vierte Extremitätenpaar ist in Form eines kleinen Höckers zu sehen; von den anderen Fusshöckern, so wie von den Stigmenöffnungen konnte ich auf den Embryonen garnichts mehr bemerken. Der mittlere Theil des Keimstreifens besteht jetzt aus den dünnen Hautbedeckungen, durch welche der Dotter hindurchschimmert, und auf diesem mittleren Streifen ist die Ganglienkette zu sehen, deren Glieder durch doppelte Längscommissuren verbunden sind. Bei der Untersuchung von der Rückenseite, sehen wir am Kopfe die grosse Oberlippe, die an ihren Seiten liegenden Fühler und unmittelbar auf ihr die zwei hügelartigen Aufhebungen der Haut, welche durch die darunter liegenden paarigen Gehirnlappen hervorgebracht werden. Zwischen dem hinteren Ende des Kopfes und dem embryonalen Rückenschilde sieht man noch einen Dotterstreifen, der von aussen nur mit einer sehr dünnen Epithelschicht bedeckt ist. Das hintere Ende zeigt uns, dass der Keimstreifen schon auf die Rückenseite getreten ist, und dass an seinen beiden Seiten schon die Bildung der Schwanzfäden in Form von Höckern vor sich geht. Die folgende Fig. 16, stellt uns einen Embryo von der Rückenseite dar, der von dem vorigen, der Bauchseite nach, sich sehr wenig unterscheidet. Am Kopfende sehen wir die weitere Ausbildung derselben Theile, — eine grössere Entwickelung und ein näheres Zusammentreten der Gehirnlappen und die erste Anlage der Augen. Vor dem Gehirnlappen, zwischen demselben und der Oberlippe, sieht man einen dreilappigen Höcker, der aber nur

auf Rechnung der verdickten äusseren Bedeckungen zu stellen ist. Die Fig. 17 und 19 zeigen uns eine zum Ausschlüpfen schon fertige Larve; — die Extremitäten sind schon vollständig gebildet; da sehen wir auch die langen Fühler, Kiefer- und Lippentaster, und bemerken, dass das Hinterende, welches auf der Fig. 14 und 15 auf dem Rücken lag, sich hier auf die Bauchseite gewendet hat, und dass seine Schwanzfäden sich schon vollständig ausgebildet haben. Ich ziehe die Aufmerksamkeit der Leser auf dieses Umkehren des Hinterendes der Hydrophilus-Larve, besonders desshalb, weil derselbe Process, nur mit einem viel grösseren Körpertheil, bei vielen anderen Insecten vor sich geht, besonders bei den Schmetterlingen, mit deren Entwickelung die Käfer eine bedeutende Analogie zeigen. Endlich schlüpft die Larve aus, und wir sehen dieselbe auf der Fig. 19. Die sehr entwickelten Mundtheile sind schon längst bekannt; ich wollte nur die Aufmerksamkeit auf die Bauchfussstümmel lenken, welche bei vielen Wasserkäferlarven sehr lange auf allen Bauchsegmenten zu finden sind, was an die ähnliche Bildung bei vielen Schmetterlingsraupen erinnert. Von den Stigmen sieht man nur das einzige auf dem Hinterende oder dem letzten Schwanzsegmente gebliebene Paar.

Kehren wir jetzt zur Betrachtung der Querschnitte der von uns beschriebenen Stadien zurück. Wir müssen mit der Fig. 37 beginnen.

Die Darmwandungen umgeben jetzt die ganze Bauchseite des Dotters, die Tracheenstämme sind bedeutend nach oben gerückt und liegen, vom äusseren Blatte jetzt vollständig abgeschieden, unmittelbar in der Leibeshöhle. Ebendasselbe ist auch mit den Ganglien geschehen, die auch ihren Zusammenhang mit dem äusseren Blatte schon früher eingebüsst haben; sie sind jetzt von den Zellen des mittleren Blattes umgeben, aus dem sich das Neurilem zu bilden beginnt. Etwas nach oben von den Tracheenstämmen sehen wir jederseits einen Querschnitt des Malpighischen Gefässes. Die weiteren Veränderungen, welche mit dem Innern des Embryo vor sich gehen, bestehen besonders darin, dass sich die Darmwandungen immer weiter ausbreiten und den Dotter immer mehr umgeben.

Die oberen Ränder des Darmdrüsenblattes sind im Verhältniss zu den anderen Theilen derselben immer verdickt. Der Querschnitt, durch das hintere Dritttheil des Embryo geführt (Fig. 38), zeigt uns, dass die Darmwandungen schon in der Nähe des Rückenrohres liegen und dass sie die Ränder des Rohres schon überwachsen haben, wobei das Rohr immer tiefer in den Dotter eindringt. Der Querschnitt Fig. 39, welcher durch die zum Ausschlüpfen fertige Larve (Fig. 17) geführt ist, zeigt uns schon die vollständig geschlossenen Darmwandungen und das Rückenrohr, welches sehr stark zusammengefallen ist und sich in der Rückenbildung befindet. Auch das Herz (*h*) ist vollständig gebildet und ist nicht im geringsten Zusammenhange mit dem Rückenrohr. Die beiden Haupt-Tracheenstämme haben sich bedeutend entwickelt, und die Muskel- und Nervenfäden sind schon vorhanden. Von den Längsmuskeln sehen wir in der Fig. 39 einige Querschnitte; die Quermuskelbündel befestigen sich am Rücken besonders an verdickten Stellen der äusseren Bedeckungen, umgeben die Tracheen und gehen nach unten. Ein Querschnitt durch die ausgeschlüpfte

Larve zeigt fast dieselben Verhältnisse, nur ist keine Spur mehr vom Rückenrohr zu sehen.

Die sonderbare Bildung der Rückenplatte und des Rückenrohrs und dessen Eindringen in den Dotter ist übrigens eine nicht allein dem Hydrophilus eigene Erscheinung. Eine ganz übereinstimmende Bildung ist bei den Phryganiden zu sehen, wie es mir N. Wagner, während seiner in diesem Sommer angestellten Studien, zeigte; nur beschränkt sich bei den Phryganiden die Verdickung der serösen Hülle nicht nur auf den Theil, welcher den Rücken bildet, sondern zieht sich auch auf denjenigen der Hülle fort, welcher über dem nach oben gebogenen Schwanz liegt. Beim Reissen der Hülle legt sich dieser verdickte Theil wie eine Klappe auf den Rücken, so dass man gleich nach dem Reissen der Hüllen unmittelbar ein Stadium erhält, welches dem Rückentheile des Hydrophilus Fig. 15. entspricht.

Hiermit schliesse ich die Beschreibung der Hydrophilus-Entwickelung und erlaube mir nur noch mein Bedauern auszusprechen, dass die letzten Stadien nicht detaillirter von mir studirt werden konnten. Der Grund davon liegt in dem sehr mangelnden Material, welches ich für diese Studien zu meiner Disposition hatte. Die Untersuchungen derselben wurden Ende Juni gemacht, wo es mir nur mit grösster Mühe und Zeitverlust möglich war, ein Paar Larven zu finden, um die hier beschriebenen Stadien beobachten zu können.

Die Entwickelungsgeschichte der Apis mellifica.

Taf. XI und XII.

Das Ei der *Apis mellifica* wird von der Königin mit einem Ende an den Boden der Wabenzelle angeklebt und zwar so, dass es ganz frei und gerade in derselben steht; es ist an dem angeklebten Ende etwas enger, als an dem frei stehenden. Die Grösse der Eier variirt selbst bei einer und derselben Königin, und um so mehr bei den verschiedenen. Im freien oder vorderen Ende des Eies erscheinen zuerst die Blastodermzellen, so wie die ersten Organbildungen, endlich bildet sich hier auch der Kopf; desshalb werde ich in der weiteren Beschreibung das freie Ende als vorderes, und das, mit welchem das Ei befestigt ist, als hinteres aufführen.

Die erste Veränderung, welche ich an einem eben gelegten Eie beobachtete, war eine unbedeutende Zusammenziehung des Dotters, in Folge deren am vorderen Ende des Eies ein leerer Raum zwischen dem Dotter und dem Chorion entstand. Gleich darauf war auch am hinteren Ende dasselbe zu beobachten, und nun beginnt auch die Bildung des Blastoderms.

Am oberen Ende des Eies bilden sich anfangs sehr schwache, aber schnell wachsende Erhabungen, welche aus grossen Kernen mit dem sie umgebenden Protoplasma bestehen (Fig. 1 und 2). Diese ersten Blastodermzellen standen auf $^1/_2$ oder $^2/_3$ ihres Durchschnitts von einander ab; an ihren unteren Grenzen verlieren sie sich in dem Dotter. Am vorderen Ende des Eies waren sie am längsten, und nach hinten zu, wurden sie immer flacher und verloren sich endlich vollständig; die Zahl der Zellen, so wie ihre Ausbreitung ist sehr verschieden und hängt von dem Entwickelungsstadium ab. Anfangs findet man sie bloss am vorderen Ende, später breiten sie sich mehr nach hinten aus, bis sie endlich den ganzen Dotter bedecken. Die Zwischenräume der Zellen, welche anfangs zu beobachten waren, füllen sich allmählich durch Auswachsung von neuen Zellen, die ganz auf dieselbe Weise wie die ersten erscheinen (Fig. 2. II), und so bildet sich ein vollständiges Blastoderm, das aus schönen, langen, cylindrischen Zellen besteht. Nach der Bildung des Blastoderms beginnen fast zu gleicher Zeit zwei Bildungsprocesse, — anfangs die Bildung der Rinne, dann die der Embryonalhäute. Die erste Veränderung, welche man an dem schon mit Blastoderm gefüllten Eie beobachtet, ist die Eststehung eines, mit heller Flüssigkeit gefüllten Raumes am vorderen Ende zwischen dem Blastoderm und dem Dotter; in folge dessen löst sich dort das Blastoderm vom Dotter ab. Diese Bildung ist der Zusammenziehung des Dotters zuzuschreiben. Etwas später beobachtet man dasselbe auch am hinteren Ende des Eies; so dass sich das Blastoderm am vorderen und hinteren Ende abhebt und den Dotter nur mit seinem mittleren Theile berührt. Gleich darauf entsteht am vorderen Ende die Anlage eines ähnlichen Schildes, wie wir schon bei Hydrophilus beobachtet haben (Fig. 3 u. 4), und dann eine quergehende Falte (*a*), welche sich nach hinten über die Ränder des von uns beschriebenen Schildes verliert. Beobachtet man dieses Ei von der Seite (Fig. 4), so findet man, dass die Zellen, die den Boden der Rinne oder des Schildes bilden, etwas länger als die anderen Zellen sind, was auf eine Verdickung des Blastoderms auf dieser Seite des Eies hindeutet; diese bedeutend längeren cylindrischen Zellen bilden nicht nur den Boden der Rinne, sondern auch die vordere Wand der sich erhebenden Kopffalte (Fig. 4). Schon in diesem Stadium haben wir gesehen, dass die vorderen Ränder der Rinne näher an einander standen als die hinteren, bei der weiteren Entwickelung beginnen die Ränder der Rinne am vorderen Ende sich immer mehr zu nähern, bald treten sie zusammen und schliessen die Rinne, welche nur noch hinten zu sehen ist (Fig. 5 und 6). Während die Längsrinne sehr schnell von den Rändern geschlossen wird, geht die Bildung der Kopffalte sehr langsam vor sich, und zu der Zeit, als die Längsrinne am hinteren Theile noch offen ist, beginnt der Boden der Kopffalte sich gegen den Rücken des Eies auszubreiten (Fig. 7).

Das erste Auftreten dieser Falte haben wir auf den Fig. 3 und 4 gesehen; weiter wächst sie in zwei Richtungen,—das hintere blinde Ende immer mehr in die Tiefe, auf die Rückenseite des Eies sich richtend; dieses Wachsthum geht sehr langsam vor sich; das andere aber geht nach vorn, und seine seitlichen Ränder kommen anfangs auf die Seitentheile des Eies,

und treten nur allmählich auf den Rücken über. Mit dem Wachsthum des Bodens der Kopffalte auf die Rückenseite des Eies wird der Dotter auf diesem Eiende unmittelbar vom Keimstreifen bedeckt, auf welchem sich oben noch die beiden Embryonalhäute, welche das Amnion und die seröse Hülle bilden, befinden. Fig. 8 u. 9 stellt uns die weitere Ausbreitung dieser Falte dar, wobei zur Verständigung des Bildes nicht vergessen werden darf, dass die Ausbreitung der Falte auf den Seiten und ihre Schliessung auf dem Keimstreifen viel schneller geht als das Wachsthum des Punktes *a* auf den Rücken. Die Embryonalhäute der *Apis mellifica* bilden sich ganz auf dieselbe Weise, wie beim Hydrophilus, nur beginnt das Wachsthum am vorderen Ende, und der Boden der erst gebildeten Falte wächst auch auf dem Rücken. Jetzt kommen wir zur Schliessung der Falte am hinteren Ende, wobei wir auf der Fig. 10 die Bildung der Schwanzfalte sehen, in deren Zusammensetzung das hintere Ende des Keimstreifens eingeht, und dessen seitliche Ränder in die Ränder der schon weit angewachsenen Kopffalte übergehen, in der Art wie bei Hydrophilus (Fig. 6 Taf. VIII), nur mit dem Unterschiede, dass hier der Vorgang viel näher dem Pole des Eies stattfindet. Die sich gebildete Schwanzfalte liegt auf der Rückenseite des Eies. Die beiden Falten (Fig. 11) rücken gegen einander, begegnen sich (Fig. 12) und verschmelzen dann. Bei dieser Verschmelzung wird nur die seröse Hülle vollständig gebildet, und das Amnion und die Leibeswand bedecken den vorderen Theil des Rückens des Embryo noch nicht vollständig, so dass hier der Dotter an einer kleinen Stelle, gleich hinter dem Schwanzende des Keimstreifens unmittelbar unter der serösen Hülle liegt; etwas später begegnen sich die Falten des Amnions und der Leibeswandung und schliessen sich hier. Der Unterschied in der Bildung der Bienen und der anderen Insecten, mit vollständig geschlossenem Amnion und seröser Hülle, ist sehr unbedeutend und liegt nur in dem vorwiegend schnelleren Wachsthum der unteren Falte (Leibeswand und Amnion, Fig. 7 am, kf) auf die Rückenseite, was bei anderen Insecten mehr von den Seiten ausgeht. In Folge dieses Wachsthums der Embryonalfalten oder, genauer, der unteren Embryonalfalte, nicht nur längs des Keimstreifens, sondern in Form einer circulären Falte um das ganze Ei vom vorderen Ende gleich auf dem Rücken des Eies, kommt es, dass nach der Begegnug der Falten am hinteren Ende (Fig. 10 u. 11) und bald nach der erfolgten Schliessung, das Ei in einem überall geschlossenen doppelten Sacke liegt. Die kleine unbedeckte Stelle des Dotters schliesst sich überall sehr schnell nach der Schliessung der oberen Falte am hinteren Ende. Diese beiden Embryonalhüllen, welche dem Amnion der serösen Hülle entsprechen, bleiben nur eine kurze Zeit und dann schwindet die eine von ihnen — namentlich das Amnion. Wie dieses vor sich geht, konnte ich mir nicht erklären; das kann ich aber behaupten, da ich darauf meine Aufmerksamkeit gerichtet habe, dass das Amnion weder mit der serösen Hülle, noch mit dem Keimstreifen zusammenschmilzt, und dass seine Zellen sich auflösen, d. h. verschwinden. Während der Schliessung der oberen Falte am hinteren Ende ist es schon sehr schwer die beiden Häute am vorderen Ende zu entdecken, und das Amnion ist aus sehr blassen Zellen zusammengesetzt, welche dem Keimstreifen fest anliegen (Fig. 10). Wie schon aus der hier beschriebenen Bildung der Em-

bryonalhüllen folgt, ist der Dotter überall von Zellen bedeckt, und zwar an der Bauchseite und am vorderen und hinteren Ende vom Keimstreifen und auf der Rückenseite nur von einer sehr dünnen Zellenschicht. Wenn wir nun jetzt die Querschnitte der von uns beschriebenen Stadien untersuchen, so finden wir im ersten Stadium, gleich nach der Bildung des Blastoderms, dass dasselbe aus einer Zellenschicht besteht. Ich glaube hier einen Umstand nicht mit Schweigen übergehen zu dürfen, welcher mir anfangs viel zu schaffen machte, bis ich zur plausiblen Erklärung desselben gelangte; ich fand nämlich auf den Schnitten der Eier Fig. 1, also von den jüngsten der in Bildung begriffenen, ein aus zwei Zellenreihen bestehendes Blastoderm. Die Zellen waren ziemlich platt und breit, und die Zellen der unteren Schicht (Fig. 30) lagen, so zu sagen, wie eingekeilt in die der oberen. Auf den weiteren Stadien, nämlich während der Bildung der Rinne, findet man nur eine Schicht von Zellen, und diese haben einen ganz anderen Habitus, — es sind jetzt enge, lange, cylindrische Zellen (Fig. 21,) welche nur eine Schicht bilden und welche auf der Seite der Rinne viel länger, als auf der Rückenseite sind. Von wo nun die zweite Zellenschicht herkommt, erklärt sich sehr leicht, wenn man an die Blastoderm-Bildung denkt. Wenn man zur Zeit, als sich zwischen den schon weit hervorragenden Zellen neue erheben, das Ei in Chromsäure legt, zieht sich die ganze Masse stark zusammen, die schon nach aussen hervorragenden Zellen pressen sich an einander und bilden also die obere Schicht während die später herauswachsenden Zellen, welche jetzt keinen Raum haben um nach aussen hervorzutreten, die zweite Schicht bilden, und so kommt ein Kunstproduckt zu Stande, welches anfangs zu sehr irrthümlichen Anschauungen führte. Es ergiebt sich also, dass die Querschnitte, welche ein zwei zellenschichtiges Blastoderm, darstellen, als Kunstprodukte zu betrachten sind, und wenn ich hier so viel Zeit auf diese Angelegenheit verwendet habe, so geschah es nur desshalb, weil die Annahme von einem zwei- oder mehrschichtigen Blastoderm (das Erscheinen des zweiten Blattes durch Abscheidung von den Zellen des oberen oder primitiven Blastoderms) in den Querschnitten der Bienen gewissermassen eine Stütze erhielt, und ich musste die Gründe angeben, wesshalb ich dieselbe nicht als normal anerkennen kann.

Kehren wir zur Bildung der Rinne zurück, so ist sie auch bedeutend von der des Hidrophilus verschieden. Die Ränder derselben heben sich nicht zu einer Falte auf wie bei jenem, sondern es wiederholt sich hier zum Theil dasselbe, was wir an seinem vorderen Ende fanden. Die breite Schicht des Blastoderms nämlich vertieft sich (Taf. XI Fig. 3, Taf. XII Fig. 20, 21), die seitlichen Grenzlinien aber, des sich vertiefenden Theils bleiben auf derselben Höhe, welche sie früher einnahmen, und nähern sich nur einander. Fig. 20 zeigt uns die Lagerung und die Verhältnisse der Zellen in diesem Theile und stellt uns einen Querschnitt aus der Mitte des Embryo Fig. 3 dar. Bei der Betrachtung eines Endes des sich vertiefenden Bodens der Rinne bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 21) finden wir, dass die Zellen überall ganz gleichartig sind, dass deren Kerne ziemlich peripherisch liegen und nur der Theil der Zellen, welcher sich zwischen dem Kerne und der Peripherie befindet, von feinen Körnchen erfüllt

ist, dagegen der übrige oder centrale Theil der Zellen nur aus ganz heller Substanz besteht. Im Dotter sind auf diesem Stadium die Kerne sehr deutlich zu sehen; von ihnen gehen feine pseudopodienartige Fortsätze, auf und zwischen denen die fettartigen Dotterkörner liegen. Um ein noch weiter vorgerücktes Stadium der Bildung des zweiten Blattes zu zeigen, stellen wir noch einen Querschnitt des Embryo Fig. 5 vor, wo der grösste Theil des zweiten Blattes schon gebildet ist; der Theil des unteren Blattes, welcher noch peripherisch liegt, besteht schon (Fig. 22 u. 23 p.) aus mehreren Schichten von Zellen, und der mehr nach oben liegende nur aus einer Reihe von Zellen, welche, je mehr nach oben, immer kleiner werden. Bei weiterer Entwickelung nähern sich die Ränder dieser Rinne (*r*), und auf den Fig. 5 u. 6 sehen wir, dass, während die Ränder derselben am vorderen Ende schon ganz geschlossen sind, sie nach hinten weit aus einander stehen; endlich vereinigen sie sich auch hier. Ein Querschnitt Fig. 24 aus dem Embryo Fig. 6, aus der mit dem Sterne bezeichneten Gegend, zeigt uns, dass hier schon zwei Blätter existiren, ein äusseres oder oberes, welches aus einer oder zwei Reihen von Zellen besteht und das ganze Ei umgiebt, und ein unteres oder zweites Blatt, welches von einem versenkten und gewissermassen eingestülpten Theil des Blastoderms entstanden ist. Die Zellen des letzteren verlieren bald ihre cylindrische Form, werden rundlich und lagern sich in ein oder zwei Schichten. Der Theil des Blastoderms, unter welchem das zweite Blatt liegt, erscheint dunkler, und desto mehr, da hier auch die Zellen des oberen Blattes höher sind; diese Stelle des Eies, nämlich die ganze Bauchseite und sein vorderes und hinteres Ende, wird auch gewöhnlich als Keimstreif benannt. Also auch hier, wie bei dem Hydrophilus, den Hirudineen und Oligochaeten (bei denen anfangs zwei Keimstreife sind) wird dieser Name dem Theile des Eies gegeben, unter welchem das Muskelblatt oder die Anlage des mittleren Blattes ausgebreitet ist.

Bevor wir jetzt noch zur weiteren Beschreibung der Anlage der Organe übergehen, werde ich noch über die Zusammensetzung des Dotters sprechen. Derselbe besteht in frischem Zustande aus rundlichen, hellen, nicht stark lichtbrechenden Protoplasmabläschen mit in denselben eingelagerten kleinen und sehr stark lichtbrechenden Fett- oder Dotterplätchen (Taf. XI Fig. 16). Das beobachtet man an frischen Eiern; auf den Schnitten dagegen findet man noch deutlich ausgedrückte Kerne, welche an diejenigen erinnern, die man in den Zellen des Blastoderms sieht. In den frischen Eiern sind diese Kerne gar nicht zu sehen, dagegen treten sie sehr deutlich auf den Querschnitten hervor; — sie liegen in verschiedenen Theilen des Dotters, sowohl in der Mitte, als auch an der Oberfläche, jedoch meistens in der Nähe der letzteren, d. h. fast unmittelbar unter dem Blastoderm. Die Zahl der Kerne ist anfangs, d. h. bei den früheren Stadien, sehr gering, sie wächst mit der Entwickelung des Embryo und erreicht ihre grösste Ausbreitung vor dem Ausschlüpfen desselben. Zu dieser Zeit bilden die Keime unter dem schon überall geschlossenen Darmkanal eine dichte Schicht (Fig. 28 u. 29), an mehreren Zellen sogar eine doppelte, die vom Protoplasma umgeben ist. Später, beim Ausschlüpfen der Larve, verschwinden diese Kerne, so wie auch

bald nach dem der Dotter. Jeder dieser Kerne ist von etwas Protoplasma (Fig. 24 k) umgeben, das in viele sich verästelnde Fortsätze ausläuft, und desshalb können diese Zellen zur Kategorie der wandernden Zellen gezählt werden. Da diese Keime und das sie umgebende Protoplasma im Dotter liegen, und beim Vergehen des Dotters auch mit demselben zu Grunde gehen, aufgelöst und verbraucht werden und keine Gewebe bilden, so müssen wir ihnen einen physiologischen Werth zuschreiben, und ich möchte sie als Zellen ansehen, welche zum schnelleren Verbrauch und zur Auflösung des Dotters gebraucht werden, die, nachdem sie ihren Zweck erfüllt haben, selbst zerfallen. Ihre Abstammung könnte dieselbe sein, wie die der Zellen des Blastoderms, und ich bin geneigt, die Abstammung der Kerne des Blastoderms von der Vermehrung der Kerne des Eies abzuleiten, wobei einige von ihnen im Dotter geblieben sind. Die Dotterballen vieler Insecten, besonders der Lepidopteren, besitzen einen ganz durchsichtigen und hellen centralen Körper, welcher vielleicht auch ein Kern ist; solche Dotterballen mit ziemlich deutlichen hellen Kernen zeigte mir mein Freund N. Wagner, und ich bin sehr geneigt, dieselben als Kerne anzuerkennen, besonders nachdem ich sie im Dotter der Bieneneier so unzweideutig und klar gesehen habe. Der Querschnitt (Fig. 29) der zum Ausschlüpfen schon fertigen Larve, zeigt uns diese in der Nähe des Epithels zusammengetretenen Kerne an verschiedenen Stellen angesammelt.

Wenden wir uns jetzt wieder zu den Veränderungen, welche der schon gebildete Keimstreif erleidet, so finden wir zuerst auf der Bauchseite eine schwache Vertiefung längs der Mittellinie des Körpers und eine unpaare Erhöhung am vorderen Ende auf der Rückenseite (Fig. 13, vk.), welche sich auf diesem Ende fortsetzt bis es in eine Vertiefung oder Einsenkung des Blastoderms (Fig. 13 o′) übergeht. Eine ähnliche Vertiefung entsteht auch am hintersten Ende des Keimstreifens, welcher auf die Rückenseite umgebogen ist (Fig. 13 a). Die von uns mit *o* bezeichnete Einstülpung geht auf seinem unteren Ende in die allgemeine Vertiefung, welche sich auf die Bauchseite des ganzen Eies fortsetzt. Zu gleicher Zeit sieht man am vorderen Ende die Bildung von drei höckerartigen Erhebungen. Aus dieser Einstülpung bildet sich die Mundöffnung (Fig. 16) und der Oesophagus; die drei Paare der höckerartigen Erhebungen sind die Anlagen der Mundtheile. Auf dem unmittelbar folgenden Stadium (Fig. 14) bilden sich weiter nach unten jederseits der Nervenplatten, in der Mitte derselben und dem Rande des Körpers neue Einstülpungen, welche die Stigmaöffnungen darstellen. Ihre eingestülpten Theile verschmelzen mit einander, indem sie die seitlichen grossen Tracheenstämme liefern. Zugleich, oder noch früher, erscheint auch die Ringelung des Embryo, wobei derjenige Theil, auf dem sich die Anlagen der ersten drei Paare der Mundtheile befinden, sich mit den nach vorn liegenden Theilen durch circuläre Vertiefung vom übrigen Körper abscheidet und die Anlage des Kopfes bildet. Zu den drei Paaren von Segmentalanhäufungen gesellt sich bald noch ein viertes, welches unmittelbar auf dem Kopf- oder Gehirnlappen, in der Nähe der sich bildenden Mundöffnung liegt und die Fühler (t) bildet, die also als Anhänge der Kopflappen anzusehen sind.

Die Stigmaöffnungen sind in diesem Stadium sehr gross und liegen von einem bedeutenden Wall umgeben, in der Mitte der Mittel- und Seitenlinie des Embryo.

Das folgende Stadium charakterisirt sich durch das Auftreten der drei Paar neuer Höcker, auf den drei der Kopfanlage folgenden Segmenten, resp. durch die Bildung der Fussstümmeln; dabei wird auch die Ringelung des Körpers viel deutlicher, die Stigmenöffnungen werden viel kleiner, so wie auch ihre wallartige Umgrenzung; der Oesophagus und der Hinterdarm werden vollständig gebildet (Fig. 16), und ausserdem findet man am Grunde des dritten Paares der Mundextremitäten an der inneren Seite eine Oeffnung (Fig. 15 *d*) die in ein ziemlich langes Rohr führt, welches sich bis in die Mitte des vierten Bauchsegments fortsetzt. Diese beiden Röhren oder Schläuche sind durch Einstülpung der äusseren Haut gebildet. Hinsichtlich der Stadien Fig. 14 u. 15 habe ich noch zu bemerken, dass in der Mittellinie derselben, besonders der Fig. 14, der Dotter sehr scharf durchschimmert, was von der Abwesenheit des mittleren Blattes an dieser Stelle herrührt (Fig. 26). Darauf folgen jederseits zwei weisse bandartige Streifen, die nichts anderes als der Ausdruck der hier stattfindenden allgemeinen Vertiefung ist, auf welchen sich die Stigmaeinstülpungen bilden (Fig. 27). Auf dem Stadium Fig. 15 ist von den beiden weissen Streifen nichts mehr zu sehen, dagegen liegt die durchscheinende Dotterfläche noch in der Mitte, obgleich dieselbe auch etwas enger geworden ist. Die weiteren Veränderungen, welche der Embryo erleidet, und welche man an demselben von der Banchseite beobachten kann, bestehen hauptsächlich in der Verkürzung der Kopfsegmente und der endlichen Ausbildung des Kopfes, auch bedeckt sich dann der durchscheinende Dotter. Beobachtet man diese Stadien von der Seite, so sieht man, dass ein grosser Theil des Rückens (Fig. 13) bis zur Bildung des Oesophagus und Hinterdarmes nur von einer Schicht flacher Zellen gebildet war, die als ein äusseres Epithelium anzusehen ist; je weiter aber der Kopf sich abschnürt und der Hinterdarm sich bildet, zieht sich vom Kopf und Hinterende eine Schicht von Zellen, welche sich zwischen dem Dotter und dem sie bedeckenden Hautschichtepithelium einkeilen (Fig. 16 *db*). Diese Schicht ist, wie es scheint, die unmittelbare Fortsetzung des auf die Rüchenseite des Dotters sich fortsetzenden zweiten Blattes des Keimstreifens; die von hinten und vorn auf den Rükken wachsende Zellenschichten rücken gegen einander und da sie mit den Seitentheilen des Mittelblattes zusammenhängen, so wird bald der ganze Dotter auf der Rückenseite von zwei Zellenschichten bedeckt (Fig. 16 und 27), von der oberen — der Haut, und von der unteren — dem Darmdrüsenblatt, oder dem Epithel des sich bildenden Darmkanals. Auf der Fig. 16 sehen wir die von vorn und hinten wachsende Zellen des Darmdrüsenblattes, welche nur noch den mittleren Rückentheil des Dotters nicht bedecken.

Wenden wir uns jetzt zu den Querschnitten, so haben wir von der Schliessung der Rinne und der Bildung des zweiten Blattes zu beginnen. Der Querschnitt Fig. 25, der dem Embryo Fig. 14 angehört, zeigt uns, dass das obere Blatt an der Bauchseite zwei verdickte Streifen bildet, welche wir Nervenplatten nennen werden; die seitlichen Theile des Blattes sind etwas verdickt, dagegen der Rücken noch immer dünn, er besteht überall aus einer Reihe platter

Zellen. Das zweite Blatt nimmt die ganze untere Hälfte des Eies ein und besteht aus zwei oder drei Schichten von rundlichen Zellen, bei denen der Kern den grössten Raum derselben einnimmt; er hat in seinen oberen Theilen einen länglichen Spalt (*s*), der nach oben nur von einer Reihe von fast cylindrischen Zellen umgeben ist. Die Zellen, welche über dem Spalt liegen, breiten sich (Fig. 24 u. 25 *db*) nach unten und oben unmittelbar auf dem Dotter aus und liefern das Darmdrüsenblatt (Fig. 25 *db*). Der Querschnitt eines nächstfolgenden Stadiums (Fig. 26) unterscheidet sich von dem beschriebenen nur durch einen Riss des zweiten Blattes, in Folge dessen auch auf der Fig. 15 der Dotter durch das in der Mittellinie dünnere obere Blatt durchschimmert. Der Dotter ist auf allen diesen Stadien wie von einer festen Haut umgeben, unter welcher man Kerne mit dem sie umgebenden Protoplasma findet; um diese Zellenkerne sind kleinere oder grössere Haufen von Dotterplätchen angesammelt. Die Haut, welche den Dotter umgiebt, kann vielleicht als eine Abscheidung oder Verschmelzung des Protoplasma der darunter liegenden Zellen angesehen werden.

Auf den Querschnitten, welche wir durch den Embryo Fig. 15 führen, erhalten wir sehr verschiedene Bilder, je nachdem man den Schnitt durch die Mitte des Embryo oder durch sein vorderes, oder hinteres Ende führt. Untersuchen wir zuerst einen Querschnitt durch die Mitte des Embryo, so finden wir, (Fig. 27) dass an den Nervenplatten die Zellen sich vermehrt haben und zwei seitliche Haufen bilden; das untere Blatt hebt sich ziemlich hoch nach oben, und die Zellen, welche den Spalt (h) bedeckten, lagern sich unmittelbar auf dem Dotter, wobei noch die Umgrenzungen der Höhle (h), die wir auf der Fig. 25 deutlich sehen, bemerkbar sind. Die Zellen breiten sich zum Rücken und zu der Bauchseite des Eies aus, obgleich der Rücken und die Bauchtheile des Dotters von demselben noch nicht bedeckt sind. Ein Querschnitt, welcher durch den Embryo in der Nähe des hinteren oder oberen Endes der Fig. 16 geht, also in dem Theil, wo der Dotter auf dem Rücken in folge der eingewachsenen Zellenschichten von zwei Zellenreihen bedeckt ist, stellt uns auch dieselben vor (Fig. 26); wir finden hier wirklich auf dem Dotter die beiden Zellenschichten, von denen die untere an beiden Seiten eine Falte (Fig. 27 *o*) bildet, vermittelst welcher das Darmdrüsenblatt in das mittlere Blatt übergeht; diese Falte bedeckt nun von oben die Höhle oder den Spalt *h*. Der Dotter macht hier eine nach innen gerichtete Vertiefung und steht weit von den Zellen des mittleren Blattes ab, so dass zwischen beiden eine Längshöhle entsteht.

Es bleibt uns noch eine kurze Beschreibung der Larve nach ihrem Austritt aus dem Eie vorzustellen übrig. Der Darmkanal ist schon vollständig und überall geschlossen, die Kopfsegmente sind zur Bildung des Kopfes bedeutend zusammengerückt; die Ganglienkette ist vollständig gebildet, obgleich die Commissuren noch sehr klein sind, und die drei vorderen Ganglien sind zu einem unteren Schlundganglion verschmolzen. Das Gehirn (Fig. 18, *g*) besteht jederseits aus einem zweilappigen Körper, welche miteinander durch eine sehr dünne Brücke communiciren. Auf dem Rücken liegt ein schon breiter und pulsirender Herz-

schlauch. Die Querschnitte dieses Embryo sind sehr belehrend und zeigen ausser den schon bekannten Zellen, die zwei Zellenstränge, welche sich bis nach oben fortsetzen; von diesen zieht sich der obere auch auf die entgegengesetzte Seite, der untere dagegen endigt unmittelbar in der Muskulatur des sich schon gebildeten Herzens (Fig. 29). Unter dem Epithel des Darmkanals sieht man ein oder zwei Schichten schöner Kerne. Ein Querschnitt einer eben ausgetretenen Larve unterscheidet sich von dem von uns beschriebenen nur darin, dass die innere Reihe der Zellen *m* sich fest an den Darm legt und ein netzartiges Muskelsystem bildet, dagegen der obere die anderen Muskeln des Körpers liefert, und die Zellen der letzten spielen auch eine Rolle bei der Bildung des Fettkörpers, welche jetzt auch auftritt; die Kerne unter dem Epithel des Darmkanals schwinden auch vollständig und es ist keine Spur mehr von ihnen zu entdecken. Es bleiben uns jetzt nur die letzten Veränderungen zu beschreiben, welche bei der ausschlüpfenden Larve zu sehen sind. Wir sagten schon, dass von aussen die Concentrirung der noch sehr aus einander gezogenen Theile, durch welche der Kopf sich bildet, seltsam in die Augen fällt, wobei die höckerartigen Anlagen der Füsse kleiner werden und nach aussen nicht mehr hervorspringen. Bei der Entwickelung des Kopfes wird das erste und zweite Paar der Höcker zu Ober- und Unterkiefer; das dritte Paar nähert sich aber mehr und schmilzt mit den hinteren Enden zusammen, wobei sich nach hinten eine geschlossene Tasche bildet (Fig. 19, *t*), in welcher die Mündungen der beiden Drüsenschläuche eingeschlossen sind; diese Tasche wächst etwas nach hinten aus und wird dabei zu einem länglichen Organ, welches am vorderen Ende in die Unterlippe mündet und nach hinten in die beiden Drüsenschläuche ausläuft. Die Fühler entwickeln sich zu zweigliedrigen, sehr kurzen Organen, welche seitlich und etwas nach oben von der Mundöffnung liegen. Die Oberlippe (Fig. 19, *o*) wird etwas zweilappig und geht nach oben ohne irgend welche Grenzen unmittelbar in den Vorderkopf über. Von den drei Fusspaaranlagen bleibt eine gleiche Zahl von Hautverdickungen (Fig. 19 *f*), welche an den Seiten der Brustganglien liegen; ausserdem entwickeln sich etwas höher von denselben an den Seiten, zwischen den Fussscheiben und den Stigmen noch drei Paar Thoracalscheiben,—Hautverdickungen, welche den Rückentheilen der Brustsegmente entsprechen. Die Lage der Nerven und des Tracheensystems werden die Zeichnungen viel besser erklären, als Beschreibung es geben kann. An den drei hinteren Segmenten befinden sich auch drei Paar scheibenartige Verdickungen, welche wahrscheinlich bei der Bildung der Segmentalanhänge des Hinterendes eine wichtige Rolle spielen.

Als dieser Aufsatz schon vollständig niedergeschrieben war, erhielt ich die höchst interessante Abhandlung von Ganin über die Ichneumoniden (Drittes Heft der Zeitschr. für Wissens. Zoolog. Bd. 19), wo auch von den Embryonalhäuten der Bienen gesprochen wird (p. 443); ich erlaube mir desshalb hier noch einmal zu betonen, dass bei denselben der ganze Bauchtheil des Blastoderms, so wie beim Hydrophilus und den Lepidopteren, unmittelbar an der Bildung des Keimstreifens Theil nimmt und sich in keiner Weise vollständig

als seröse Hülle abhebt (Amnion v. G.), und der Embryo unabhängig von der Blastodermschicht entsteht. Es ist mir auch höchst zweifelhaft, dass so etwas bei den Ameisen vorgehe; das Zurückziehen des Dotters von dem Blastoderm an einem Ende des Eies, wie es **Ganin** für die Ameisen angiebt, geht auch bei den Bienen vor (Taf. XI Fig. 3 u. 4) doch fällt bei ihnen dies mit der beginnenden Bildung der Embryonalhautfalte zusammen.

Zur Entwickelungsgeschichte der Lepidopteren.

Taf. XII.

Beim Studium der Entwickelung der Lepidopteren hatte ich viel mit ungünstigem Material zu kämpfen. In den meisten Fällen waren die Eier so undurchsichtig, dass man nur auf die Präparation zu rechnen hatte; in wenigen anderen Fällen, wenn die Eihaut durchsichtig war, waren die Eier wieder zu klein, um Schnitte aus denselben machen zu können, so dass ich meine Schlüsse aus den Untersuchungen der Entwickelung verschiedener Species hätte ziehen müssen, wobei ich aber auch bemerke, dass die Entwickelung der Lepidopteren sehr einförmig vor sich geht und dass bei sehr weit auseinander gehenden Gattungen die Entwickelung vollkommen gleich ist. In meinen Studien der ersten Stadien der Blastodermbildung benutzte ich besonders die Eier von *Pterophorus pentadactylus* und noch eines Schmetterlings, der seine Eier an Wasserpflanzen anklebt; an beiden beobachtete ich auch die Einsenkung des Keimstreifens in den Dotter. Für die späteren Veränderungen des Keimstreifens, so wie für die Anfertigung von Schnitten, dienten mir die Eier von *Sphinx populi* und *Gastropacha pini*, welche alle ganz undurchsichtig sind und bei welchen ich nach ihrem Erhärten in Chromsäure den Keimstreifen auspräpariren konnte. Was die äussere Form der Eier anbelangt, so hatten alle von mir untersuchten Lepidopteren-Eier dieselbe äussere Form, namentlich die eines von den Seiten zusammengepressten Elipsoïds, und unterschieden sich nur in ihrer Grösse und Färbung. Der Keimstreif lag immer parallel der Längsaxe auf der einen Kante des Eies, was dem Auspräpariren desselben sehr günstig ist. Die Bildung des Blastoderms habe ich nicht verfolgt; es besteht bei Pterophorus aus immer sehr grossen, hellen, ganz durchsichtigen Zellen, ohne Beimengung von Dotterkörnern. Die erste Veränderung des Blastoderms wurde von mir bei Pterophorus verfolgt. Die Zellen werden an einem Rande des Eies grösser, d. h. länger, dagegen werden die auf dem anderen Theile der Oberfläche liegenden platt, und während die ersten ihr helles Aussehen behalten (Taf. XII Fig. 1), füllen sich die anderen an ihrem Grunde mit Dotterkörnern; das ist der erste Unterschied zwischen dem Theile des Blastoderms, welcher

in den Keimstreif sich umwandelt und dem anderen, der zur Bildung der serösen Hülle verbraucht wird. Die weiteren Veränderungen bestehen darin, dass sich das eine Ende des Keimstreifs von der Dotterhaut abhebt und in den Dotter einzudringen beginnt; später geht dasselbe auch am hinteren Ende vor, und nun dringt der Keimstreif in den Dotter immer mehr, wobei ihn an seinem vorderen und hinteren Ende anfangs nur eine Falte des Blastoderms bedeckt; später dringt der Dotter auch zwischen die Häute der Falte. Bei vorschreitendem Wachsthum des Keimstreifens in den Dotter krümmt er sich immer mehr zusammen, wobei aber auch die Falten der Embryonalhaut an dem oberen Ende zusammentreten und verschmelzen. Die beiden in Folge der Verschmelzung der Falten entstandenen Membranen, von denen die eine unmittelbar unter der Dotterhaut liegt, den Dotter und den Keimstreif einschliesst und grösstentheils aus dem primitiven Blastoderm besteht, ist die seröse Hülle. Dagegen die andere, einerseits dem Keimstreif anliegend, andrerseits, d. h. nach aussen, vom Dotter bedeckt, ist das Amnion. Noch vor der Schliessung der Rinne zerfällt der ganze Dotter in Dotterballen, wobei das Zerfallen oder die Bildung der Ballen dort beginnt, wo der Dotter mit den Zellen der Embryonalhülle unmittelbar in Berührung kommt. So sehen wir auf der Fig. 2 unter der serösen Hülle einen Ring von Dotterballen um das ganze Ei, wobei aber der centrale Theil des Dotters noch immer einfach körnig ist; auf dem folgenden Stadium bilden sich die Dotterballen auch unter dem Keimstreifen, und endlich zerfällt der ganze Dotter in solche. Aus dieser Bildung der Dotterballen schliesse ich, dass ihre Entstehung unmittelbar von den Zellen abhängt, was für eine Rolle aber diese dabei spielen, kann ich mir nicht erklären. Ich habe schon früher bemerkt, dass beim Zerfallen des Blastoderms in dem Theil, welcher den Keimstreif und die seröse Hülle bildete, die Zellen der letzteren sich mit Dotter zu füllen beginnen, wobei sie immer flacher werden; während der Bildung der Dotterballen sind diese Zellen fast gar nicht zu sehen, man erkennt nur mit Mühe ihre äussere Begrenzung, welche aber auch mit der des Dotterballens zusammenfällt. Anfangs scheint der sich bildende Dotterballen und die darauf liegenden Zellen ein Gebilde zu sein, und nur etwas später theilt sich derselbe von der nach aussen liegenden Zelle ab, wobei die gebliebene Zelle sehr flach wird. Den ganzen Vorgang könnte man sich so erklären, dass die Zellen der Leibeshöhle den Dotter einsaugen, und wenn dieselben fast vollständig gefüllt sind, theilt sich der ganze untere Theil derselben ab und wird zum Dotterballen; ob sich aber dabei auch der Kern theilt oder nicht, konnte ich nicht herausbringen, ich konnte den Kern im Dotterballen auch nicht mit Sicherheit auffinden, obgleich in ihm immer eine hellere centrale Stelle zu sehen war.

Bei der weiteren Entwickelung bildet sich an dem Theile des Keimstreifens, welcher unter dem Amnion liegt, die Extremitätenanlage und zwar an dem Ende; welches früher in den Dotter einzuwachsen begonnen hat.

Diese durchsichtigen Eier waren zu Querschnitten nicht zu gebrauchen. Ausserdem war der Keimstreifen noch so stark zusammengerollt, dass ich die Einzeltheile der weiteren Veränderungen nicht darauf verfolgen konnte; man bemerke nur über die allgemeine Lage-

rung, dass der Embryo bis zur Ausbildung und Schliessung des Rückens, auf demselben zusammengerollt ist, sich aber später auf die andere Seite zu krümmen beginnt, wobei das Hinterende vorangeht. Das Amnion reisst dabei und die sich jetzt schon im Eie bewegende Larve frisst den Rest des Dotters und endlich die Fetzen der Embryonalhüllen, bis sie endlich nur in der Dotterhaut liegt. Dieselbe reisst sie bald auf und kommt ins Freie, schon mit vollständig ausgewachsenen Haaren und mit derselben Farbe, welche auch eine ausgewachsene Larve hat.

Die jetzt folgende Beschreibung bezieht sich auf die Eier des *Sphinx populi* und der *Gastropacha pini*. Die Eier unterscheiden sich von denen des Pterophorus nur durch ihre Grösse und durch ihren grünlichen Dotter und sind von einer sehr festen Haut umgeben. Als das Blastoderm schon gebildet war, fand ich den Dotter, noch vor der Bildung des Keimstreifens, in Dotterballen zerfallen und die Breite der Blastoderm-Zellen bedeutend kleiner als die der Dotterballen. Es gelang mir einige Stadien der Bildung des Keimstreifens zu beobachten. Bevor er noch in den Dotter eingedrungen ist, geht auch die Bildung der Rinne vor sich. Der Keimstreifen des ersten von mir beobachteten Stadiums besteht aus einer Schicht von sehr langen cylindrischen Zellen und hat in der Mitte eine schwache Längsfurche, welche weniger als ein Drittel der Breite des ganzen Keimstreifs einnimmt (Fig. 3 u. 4, Taf. XII). Diese Vertiefung wird bald bedeutender (Fig. 5) und die Zellen an ihrem unteren Ende runden sich ab, und später sieht man, dass jede derselben in mehrere Zellen zerfällt (Fig. 6), wobei aber die Ränder, welche die Rinne begrenzten, sich immer mehr aufheben. Im folgenden Stadium (Fig. 7) näheren sich die Ränder der Rinne einander, und die Zellen, welche den Boden der Rinne bildeten, ziehen sich in die Breite unter dem oberen Blatte und bilden das zweite Blatt, welches aus kleinen rundlichen Zellen besteht. Während sich die Rinne vollständig schliesst, schliesst sich auch die Falte der Embryonalhüllen über den Keimstreifen, und nun liegt derselbe nach aussen von zwei Häuten bedeckt. Wir haben hier noch zu erwähnen, dass an den Enden der seitlichen Ausbreitungen des zweiten Blattes hier eine Höhle existirt, welche wir beim Hydrophilus und bei der Biene schon gesehen haben, unter der sich die Zellen des sich später hier bildenden Darmdrüsenblattes befinden. Der vom Amnion bedeckte Keimstreifen steht in keinem Zusammenhang mit der serösen Hülle und liegt ganz frei im Dotter, dessen Ballen ihn von allen Seiten umgeben (Fig. 9). Kaum ist er in den Dotter eingesenkt, so wächst er schnell in die Länge und wird fast dreifach so gross als der von den Embryonalhüllen noch nicht bedeckte Keimstreifen. In Folge dieses so starken Längenwachsthums erreicht der Keimstreifen die Enden des Eies, beginnt sich zu krümmen und bildet im Dotter einen fast vollständigen Kreis, wobei er sich aber immer auf dem Rücken krümmt, mit dem Keimstreifen und den auswachsenden Extremitäten nach der serösen Hülle gerichtet. Aus diesem Stadium haben wir einen Keimstreifen (Fig. 8) abgebildet mit den schon hervonwachsenden Segmentalanhängen. Einen anderen, schon bedeutend entwickelten, stellt uns die Fig. 10 dar. Die Fühler sind auch hier, wie bei Hydrophilus und bei den Bienen, als Auswüchse der Kopflappen anzusehen.

Die Mittellinie ist sehr tief eingesenkt, so dass sie fast eine geschlossene Rinne bildet, aus deren Boden ein Theil der Zellen abstammt, welche den mittleren Theil des Ganglions bilden. Der Hinterdarm und der Oesophagus sind bei den Embryonen der Schmetterlinge sehr lang, so dass nur ein sehr kleiner Theil des Darmkanals zum Mitteldarm wird und kaum $^1/_3$ oder $^1/_4$ der ganzen Länge des Darmrohres einnimmt. In diesen Mitteldarm wird auch ein ganz kleiner Theil des Dotters bei der Schliessung des Rückens eingeschlossen, und wenn der Rücken schon gebildet ist, biegt sich das Schwanzende des Embryo auf die Bauchseite und zwar so, wie wir schon beim Hydrophilus gesehen haben. Dem Hinterende folgend, dreht sich der ganze Embryo so, dass er jetzt der ihn noch bedeckenden serösen Hülle den Rücken zuwendet, und die Extremitäten erscheinen nach innen gerichtet. In diesem Zustande, mit fast vollständig ausgebildeten Organen, bleibt der Embryo vollständig in dem ihn umgebenden Dotter, den er nun vermittelst der unterdessen vollständig ausgebildeten Mundorgane zu verschlucken beginnt, bis zuletzt nur die fettartige seröse Hülle bleibt, die auch bald in Fetzen zerfällt, und auch aufgefressen wird; die jetzt schon characteristisch gefärbte und mit Haaren bewaffnete Larve liegt schraubenförmig auf der Bauchseite zusammengerollt bis sie das Chorion zerreisst und ins Freie gelangt.

Rückblicke und Vergleiche der Entwickelung der Insecten.

Werfen wir jetzt einen Rückblick auf das, was wir über die Entwickelung der Insecten angegeben haben, so fällt uns sogleich die sonderbare Bildung des zweiten Blattes in die Augen, welche von mir bei den Repräsentanten von vier Ordnungen untersucht wurde. Ausser bei den hier von mir angeführten Insecten habe ich dieselbe Entstehung des zweiten Blattes noch in den Eiern der *Musca domestica* und *Caesar*, *Lytta versicatoria*, *Donacia*, eines von mir nicht bestimmten kleinen Wasserkäfers, der seine Eier in dreieckigen Cocons an Wasserpflanzen anheftet, des *Rhynchites bettuleti* und der Phryganiden gesehen. In allen diesen Fällen war eine tiefe sich schliessende Rinne zu beobachten, gewöhnlich noch vor der Bildung der Embryonalhäute; bei diesen Insecten bildet sich die Rinne am hinteren Ende des Eies und breitet sich nach vorn aus, nur allein die Bienen machen in dieser Beziehung eine Ausnahme, da bei ihnen die Rinne auf dem Kopfende beginnt, und die Schmetterlinge, bei denen vor der Entstehung der Rinne eine ganze Fläche des Blastoderms den Keimstreifen zu bilden anfängt, und dass die Vertiefung des Blastoderms früher und tiefer am Kopfende vor sich geht. Da an vielen von mir untersuchten Insecten die Bildung des zweiten Blattes nicht durch Spaltung, sondern durch Einsenkung vor sich geht, und da diese

Art der Entstehung des zweiten Blattes so unzweifelhaft und deutlich auf den Querschnitten mehrerer Insecten von mir bewiesen ist und ich nie auf eine andere Bildung stiess, so glaube ich die anderen Angaben über diesen Punkt, nämlich die Spaltung des Blastoderms in zwei Blätter, als zweifelhaft und unbewiesen ansehen zu können und diese Entstehung einer neuen Prüfung für würdig zu erklären. Es hat auch, so viel ich weiss, kein Forscher den Process der Spaltung des Blastoderms in mehrere Zellenschichten genauer beschrieben. Man schrieb z. B. die Verdickung des Blastoderms der Zellenvermehrung zu, ohne viel darauf zu achten; indessen erweist es sich, dass sie immer von der Verlängerung der cylindrischen Zellen derselben, aber nicht von ihrer Vermehrung zu mehreren Schichten, herrührt.

Ich halte es nicht für überflüssig, noch Einiges über die Lage des Keimstreifens zum Embryo und Eie zu sagen, was man nämlich unter dem Namen innerer und äusserer Keimstreifen zu verstehen hat. Der Keimstreif der Schmetterlinge wird gewöhnlich als innerer bezeichnet, weil er im Dotter liegt, obgleich er fast auf dieselbe Weise wie beim Hydrophilus entsteht, nur dass bei dem letzteren der hintere Theil des Keimstreifens allein vom Dotter umgeben ist, bei den Schmetterlingen aber auf seiner ganzen Länge, in Folge der zwischen dem Amnion und der serösen Hülle sich einschiebenden Dotterballen. Weiter bei den Hemipteren und Lebelluliden wächst der Keimstreifen mit seinem hinteren Ende in den Dotter hinein und wird hier von diesem umgeben und deshalb auch als innerer Keimstreif bezeichnet, obgleich zwischen diesem und dem inneren Keimstreifen der Schmetterlinge ein grosser Unterschied in der Lagerung besteht. Zwischen allen diesen Arten von Keimstreifen bildet der des Hydrophilus alle Uebergänge und zwar in folgender Weise.

Die Entwickelung des Keimstreifens beginnt am hinteren Ende. Der Keimstreif wächst nach vorn und hinten; nach vorn bleibt er auf der Oberfläche, nach hinten dringt er zur Rückenseite sich wendend, in den Dotter hinein (Fig. 5); wenn wir uns nun vorstellen dass das Wachsthum des Keimstreifens hinten die Oberhand gewönne, so wüchse er in den Dotter hinein, und wir erhielten die Form des Keimstreifens der Libelluliden und Hemipteren. Geht das Wachsthum nach vorne und auf die Oberfläche des Eies, so erhalten wir den äusseren Keimstreifen des Hydrophilus. Senkte sich der Keimstreifen des Hydrophilus etwas tiefer auf seinem vorderen Ende in den Dotter, so erhielten wir den Keimstreifen der Lepidopteren. Was die Unterschiede zwischen dem inneren Keimstreifen der Lepidopteren und Hemipteren anbetrifft, so bestehen sie darin, dass bei den Lepidopteren die Neuralseite des Keimstreifens demjenigen Theil des Blastoderms zugekehrt ist, auf welchem die erste Ausbildung des Embryo begann, also auf der Bauchseite des Eies, dagegen bei den Hemipteren, in Folge des überwiegenden Wachsthums des Hinterendes des Keimstreifs in den Dotter hinein, der Keimstreif seine Lage ändert und seine Neuralseite dem Rücken des Eies zuwendet. Zwischen dem inneren Keimstreif der Lepidopteren und dem äusseren der Käfer ist kein wesentlicher Unterschied vorhanden, da das mehr oder weniger bedeu-

tende Eindringen des Dotters zwischen das den Keimstreifen bedeckende Amnion und der serösen Hülle den Keimstreifen zu einem äusseren oder inneren machen kann; deshalb kommen auch Uebergangsstadien vor, wo man gar nicht weiss, ob man den Keimstreif als einen inneren oder äusseren zu betrachten hat.

Was jetzt den Keimstreifen selbst anbetrifft, so haben wir schon gesehen, dass er bei allen von uns untersuchten Insecten aus zwei deutlichen Blättern zusammengesetzt ist, was aber die Deutung dieser Blätter anbelangt, so ist über das obere Blatt kein Zweifel vorhanden, dass es dem sensoriellen- oder Sinnesblatte von Remack entspricht; etwas anders verhält es sich mit dem zweiten oder unteren Blatte, da seine Bildung nicht mit den typischen für die Wirbelthiere angenommenen Vorgängen übereinstimmt; wenn wir aber bedenken, dass das primitive zweite Blatt bei den Batrachiern, Fischen (Acipenser) und nach meinen Beobachtungen auch bei den Teleostiern doch aus der Einstülpung oder der Umbiegung des primitiven ersten Blattes entsteht und dass aus demselben sich auch die Muskeln des Darmes bilden, so ergiebt sich die Analogie schon ziemlich klar und wird noch grösser, wenn wir an die Sagitta denken, wo das Muskelblatt als Einstülpung des oberen Blastoderms entsteht. Dasselbe wiederholt sich auch bei den Echinodermen. Der Unterschied ist nur der, dass die Insecten keine so bestimmte Umgrenzung der Leibeshöhle haben und dass desshalb auch ihr mittleres Blatt sich nicht so früh und scharf in die Darm- und Hautfaserplatten spaltet. Das Darmdrüsenblatt aber bildet sich bei den Insecten durch Spaltung eines kleinen Theiles des unteren Blattes, aber da diese Spaltung nur an einem Rande des Blattes vor sich geht und nicht auf der ganzen Fläche, welche die Oberfläche des Blastoderms bildete, so bleibt es noch zweifelhaft, ob wir dasselbe mit dem der Wirbelthiere vergleichen können, um so mehr, als die Bildung des Rückenrohres beim Hydrophilus und den Phryganeen an das typische Darmdrüsenblatt der Wirbelthiere zu erinnern scheint. Ist meine Ansicht in dieser Beziehnng richtig, so wäre das Darmdrüsenblatt der Insecten als eine ihnen specifische Bildung anzusehen, welche dem Darmdrüsenblatte der Wirbelthiere nicht entspräche.

Ueber die Embryonalhüllen der Insecten haben sich bis jetzt zwei ganz entgegengesetzte Meinungen geäussert; — die Einen vergleichen dieselben mit den Embryonalhüllen der Wirbelthiere [1]), die Anderen sprechen sich ganz entschieden gegen dieselbe aus, indem sie sich hauptsächlich darauf stützen, dass man die Gebilde bei verschiedenen Typen des Thierreichs nicht als homolog ansehen kann [2]). Dass der letzte Grund nicht stichhaltig ist, werde ich weiterhin zu beweisen suchen, hier will ich nur die Uebereinstimmung der Bildung und Lagerung der Embryonalhüllen bei den Insecten und Wirbelthieren auseinandersetzen. Wir finden bei den Insecten und bei den Wirbelthieren zwei ganz verschiedene Typen der Embryonalhüllen; als den ersten Typus bei den Insecten können wir

---

1) Metschnikoff. Embryologische Studien. Zeitschr. f. Wiss. Zoolog. Bd. 16. p. 480.

2) Ganin ebend. Bd. 19. Taf. 30.

z. B. die Bildung derselben beim Hydrophilus ansehen und als zu demselben Typus von den Wirbelthieren gehörend z. B. das Hühnchen anführen; den zweiten Typus der Embryonalhüllen stellen uns von den Insecten die Pteromalinen, von den Wirbelthieren die Meerschweinchen und Mäuse dar. Die Vorgänge des ersten Typus der Embryonalhüllenbildung können mit dem folgenden Satze ausgedrückt werden. Nach der Bildung des Blastoderms, welches aus einer (Insecten, Schildkröte)[1]), oder aus zwei Zellenschichten oder Blättern besteht (die meisten Wirbelthiere), bilden sich am vorderen und hinteren Ende der Anlage des Embryo zwei Falten, welche entgegen wachsend sich begegnen und verschmelzen, wobei zwei Häute entstehen, vor denen die obere als seröse Hülle, die untere als Amnion genannt werden; diese beiden Häute bedecken sowohl bei den Insecten als auch bei den Wirbelthieren die Neuralseite des Embryo; es kommt also in der Bildung und Lagerung der Häute auch nicht der geringste Unterschied vor, wesshalb sollen wir also die beiden auf dieselbe Art entstandenen und dieselbe Lage einnehmenden Embryonalhüllen nicht als homolog auffassen?

Was den anderen Typus anbelangt, so muss ich meine Ansicht über die Hüllen des Meerschweinchens aussprechen, da darüber die Ausdrücke noch nicht ganz bestimmt sind; ich fasse nämlich die von Reichert[2]) als Decidua (Taf. V, Fig. 33) und die von Bischoff[3]) als Epithelrohr genannten Gebilde als seröse Hülle auf, da dieselbe nach unten unmittelbar das Amnion bedeckt und weiter in der von ihr umschriebenen Höhle der zur Bildung der Placenta auswachsenden Alantois liegt; ob die Hülle aus dem Eie oder dem Epithelium des Uterus entsteht, ist für uns so weit gleichbedeutend, als sie nur den ganzen Theil des Eies, aus welchem viel später der Embryo entsteht, umwächst und von demselben nicht durch Faltenbildung des Blastoderms entsteht; — dasselbe finden wir namentlich bei den Ichneumoniden. Wenn wir nun das Amnion des Meerschweinchens und des Kaninchens und die seröse Hülle beider vergleichen und auch mit den entsprechenden Häuten vom Hühnchen, so können wir aus denselben Gründen die seröse Hülle der Ichneumoniden mit derjenigen anderer Insecten vergleichen und daraus den Schluss ziehen, dass die beiden Typen der Embryonalhüllen der Insecten sowohl mit einander als auch mit den Embryonalhüllen der Wirbelthiere zu vergleichen sind. Aus dem oben Gesagten glaube ich schliessen zu können, dass die Thatsachen zu Gunsten der Vergleichung der Embryonalhüllen der Insecten und der Wirbelthiere stimmen; es bleibt mir noch übrig die andere Ansicht, welche ich den herrschenden wissenschaftlichen Ansichten als ganz widersprechend ansehe, zu besprechen. Namentlich sagt man, dass wenn auch die Keimblätter und Embryonalhüllen bei verschiedenen Typen gleich sind, so können sie doch nicht als homolog angesehen werden, weil sie zu verschiedenen Typen gehören. Dagegen möchte ich anführen, dass, wenn wir z. B. die

---

1) Nach meinen noch nicht publicirten Untersuchungen.

2) Reichert. Beob. z. Entwick. d. Meerschweinchens. Berlin. 1862.

3) Bischoff. Beobacht. z. Entwickelung des Meerschweinchens. München. 1866.

Wirbelthiere, als einen überhaupt hoch organisirten Typus, von einem Urvater ableiten, der zu den niedrig stehenden Typen der Thiere gehörte z. B. zu den Mollusken (vielleicht Tunicaten) oder Würmern (z. B. Sagitta oder ähnlichen) so wären doch die Keimblätter der zuerst entstandenen Wirbelthiere mit denjenigen der anderen Typen zu vergleichen, und wenn wir die Keimblätter des Amphioxus mit denjenigen der Würmer und Mollusken vergleichen, so müssen wir dies mit den Keimblättern auch der anderen Wirbelthiere machen. Weiter finden wir eine Reihe von Thieren, welche ungeachtet der vollständigen Kenntniss ihrer Entwickelung doch eine unbestimmte Stellung zwischen den verschiedenen Typen einnehmen, wie z. B. der *Phoronis*; es ist gar nicht zu entscheiden, ob er zu den Bryozoen oder Würmern gehört; oder die Sagitta, welche ihrem Nervensysteme nach in grösster Nähe zu den Mollusken (wie Leydig sagt)[1]) steht, dennoch ist kaum mit Sicherheit zu entscheiden, ob sie nicht zu den Würmern gehört. Was sollen wir denn mit den Keimblättern dieser Thiere machen? können wir die Keimblätter des Phoronis mit denjenigen der Würmer oder der Mollusken vergleichen? Können wir die Keimblätter der Sagitta mit denjenigen der Würmer, Mollusken, oder ihrer ähnlichen Bildung wegen, mit denen der Echinodermen vergleichen oder können wir es nicht? und bei jedem von den Typen, bei jeder zweifelhaften Form müssen wir dann die Organe als etwas *sui generis* ansehen; so ein Schluss würde uns alle wissenschaftliche Basis entziehen und es wäre unmöglich von irgend welcher vergleichenden Anatomie oder Embryologie zu sprechen, und um so weniger von der Verwandtschaft der Typen, wofür wir bei den Wirbellosen auf jedem Schritte Beweise finden. Aus allen diesen Gründen halte ich die Ansicht, dass die Organe der Thiere verschiedener Typen nicht homolog sein könnten, für nicht haltbar.

---

1) Leydig. Bau des thier. Körpers p. 131.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Entwickelungsgeschichte der Sagitta.

Tafel I.

Vergrösser. 220.

Fig. 1. Beginnende Einstülpung des Blastoderms (a). *h* Furchungshöhle.

Fig. 2. Die Einstülpung der einen Hälfte des Blastoderms in die andere ist vollendet. *sb* Oberes-, Sinnes- oder Sensoriellesblatt, *ub* unteres Blatt, *d* durch die Einstülpung entstandene Höhle.

Fig. 3. An den Stellen *e* des unteren Blattes werden die Zellen länger. *n* Die von der Einstülpung gebliebene Oeffnung.

Fig. 4. Das untere Blatt bildet eine doppelte Falte (e), welche in die durch Einstülpung gebildete Höhle hineinragt.

Fig. 5. Das Blatt hat sich vollständig gebildet und theilt die durch Einstülpung gebildete Höhle, in ihrer oberen Partie, in drei Theile oder Blindsäcke l, f, l′. Ueber der Falte *f*, an der Stelle *o*, verdünnt sich das Blatt.

Fig. 6. Das obere Ende der Falte *f* ist mit dem oberen Blatte an der Stelle *o* verschmolzen und es bildet sich hier die Mundöffnung; die von der Einstülpung gebliebene Oeffnung *n* rückt etwas auf die Seite.

Fig. 7. Ein etwas mehr ausgebildeter Embryo. *o* Mundöffnung. *dd* Darmdrüsenblatt. *l* Leibeshöhle. *df* Darmfaserplatte. *hpl* Hautplatte. *n* Oeffnung welche von der ersten Einstülpung geblieben ist.

Fig. 8. Derselbe Embryo im seitlichen optischen Querschnitt.

Fig. 9. Ein optischer Querschnitt desselben Embryo noch etwas mehr gekehrt, so dass wir ihn jetzt von oben betrachten. Die Buchstaben wie oben.

Fig. 10. Die Einstülpungsöffnung *n* scheint in die Nähe des hinteren Endes der Darmröhre gerückt; der ganze Embryo hat sich schon in die Länge gezogen. *o* Mundöffnung, *dd* Darmdrüsenblatt, *df* Darmfaserplatte, *hpl* Hautplatte, *sb* oberes oder sensorielles Blatt.

Fig. 11. Ein etwas mehr ausgewachsener Embryo, gekrümmt in der Dotterhaut liegend. Nach oben liegt der Kopftheil, nach unten der Schwanz; im letzteren sieht man die noch nicht getheilte Einstülpungshöhle.

Fig. 12. Derselbe Embryo von der anderen Seite betrachtet, um die Verhältnisse der Zellenschichten zu zeigen; die Buchstaben bedeuten dasselbe wie in der Fig. 10.

Fig. 13. Eine kaum aus der Eihaut ausgeschlüpfte Larve mit den langen auf der Haut aufsitzenden Tasthaaren.

Fig. 14. Mittlerer Theil derselben, stark vergrössert. *el* Epitheliale Auskleidung der Leibeshöhle der jungen Sagitta.

Entwickelung und Anatomie der Sagitta.

Tafel II.

Fig. 15. Eine zwei Tage alte Sagitta. Die Zellenschicht unter dem Epithel ist auf die Bauchseite gerückt, k k' seine Begrenzung am vorderen und hinteren Ende. Am Vorderkopfe beginnt die Bildung des Gehirns. *g* Anlage der Eierstöcke. *g''* Anlage der Hoden.

Fig. 16. Eine schon frei im Meere schwimmende junge Sagitta mit dem noch stark hervorragenden Bauchganglion oder dem sogenannten Bauchsattel *n*. (Gezeichnet nach einem conservirten Präparate).

Fig. 17. Ein Querschnitt derselben Sagitta durch das Bauchganglion, welches vollständig in dem Bereiche des oberen Blattes liegt. *m* Mesenterium, *l* Leibeshöhle, *d* Darmepithel und die ihm umgebende Muscularis, *n* Nervenganglion.

Fig. 18. Ansicht des Vorderkopfes derselben Sagitta von der Seite. *g* Gehirn oder Kopfganglion, *a* Auge.

Fig. 19. Bauchganglion einer vollständig entwikkelten Sagitta; *s s* zwei Nervenstämme, welche zur Verbindung mit dem Kopfganglion sich nach vorne richten, *s' s'* zwei nach hinten gehende Nervenstämme. An den Seiten des Ganglions strahlen 12 Paar Nerven aus. *f* faseriger Theil, *z* zelliger Theil.

Fig. 20. Ein Querschnitt durch die vollständig ausgebildete Sagitta.

Fig 21. Deren Ganglion stärker vergrössert. *h* Centraler faseriger Theil der innern scharf und deutlich umschriebenen oberen Höhle. *h'* — Risse, die wahrscheinlich in Folge der Erhärtung entstanden sind. *d* Grosse Nervenzellen. *e* Epithelartige Zellen, welche villeicht die ganze Höhle umgeben.

Fig. 22. Die grossen, zu beiden Seiten des Ganglions liegende Nervenzellen; dazwischen die kleineren.

Fig. 23. Kopfganglion, an dessen Hinterende eine geschlossene Kapsel, *sk*, liegt, die wahrscheinlich als ein gewisses Sinnesorgan fungirt.

Entwickelungsgeschichte der Euaxes.

Tafel III.

Das Ei ist von derjenigen Seite betrachtet, welche später zum Rücken wird.

Fig. 1. Ein eben gelegtes Ei mit dem hellen Bläschen auf der Oberfläche, welches nur aus reinem, körnchenfreiem Protoplasma besteht.

Fig. 2. Theilung des Eies, wobei sich das Bläschen auf der Oberfläche (b) sich nach dem spitzen Ende des Eies zuspitzt.

Fig. 3. Das helle Bläschen verschwindet, und die grössere obere Furchungskugel theilt sich in zwei (c und e).

Fig. 4. Die grosse, obere, rechte Kugel *e* der Fig. 3 ist hier in der Theilung begriffen. Es bilden sich die 4 Furchungskugeln, die in einer für die ersten Entwickelungsstadien der Euaxes characteristischen Lage angeordnet sind.

Fig. 5. Von den zwei seitlichen Furchungskugeln (*c* u. *e*) theilen sich je zu einer kleinen Kugel ab, welche aber zu gleicher Zeit auch ihrerseits sich theilen, so dass am Ende des Vorganges vier kleine Kugeln die mittlere Oberfläche des Eies einnehmen. Diese vier kleinen Kugeln unterscheiden sich durch ihre ganz weisse Farbe von den grossen, welche röthlich-braun sind.

Fig. 6. Auf den Kugeln *d* und *f* bilden sich in der Richtung zum Centrum Hervorragungen, die aus einer weissen Substanz bestehen.

Fig. 7. Die auf der Fig. 6 dargestellten Hervorragungen der oberen und unteren Furchungskugeln, theilen sich von derselben ab, wobei die von den Kugeln *d* abstammende gleich in zwei kleinere zerfällt.

Fig. 8. Die grosse Kugel *g* zerfällt in zwei — eine untere *g'* und obere *g''*; die kleinen Kugeln vermehren sich ebenfalls.

Fig. 9. Kugel g' theilt sich in die *k* und *k'*, und die Kugel g'' — in g''' und g''''.

Fig. 10. Die Kugeln g''' und g'''' zerfallen in eine Reihe von Kugeln, deren Abkömmlinge noch etwas grösser sind als die kleinen, am Rande liegende Zellen. Die Kugeln *k* und *k'* bleiben unverändert. Die vier grossen Kugeln zerfallen in mehrere kleinere.

Fig. 11. Die kleinen Zellen, welche die Oberfläche des Eies bedecken und die ihren Dimensionen nach gleich sind, beginnen die Kugeln *k* und *k'* zu überwachsen.

Fig. 12. Mit der sehr bedeutenden Vermehrung der Zellen bemerkt man an deren Rande einen weissen Saum, welcher von den grossen Zellen *k* und *k'* beginnt.

Fig. 13 stellt uns die Ausbreitung der aus den kleinen Zellen bestehenden Schicht über die ganze Rückenfläche des Eies, wobei der weisse Saum jetzt ganz am Rande liegt.

Fig. 14. Ein Ei von der Bauchseite betrachtet; der weisse Saum ist auf die Bauchseite des Eies übergegangen.

Fig. 15 stellt uns einen Embryo von hinten dar, wo man noch die grösseren Abkömmlinge der Kugeln *k* und *k'* (Fig. 10) bemerken kann.

Fig. 16. Die weissen Säume oder die Keimstreifen haben sich so ausgebreitet, dass sie mehr als die Hälfte des Eies einnehmen; ihre Ausbreitung auf der Rückenseite des Eies ist ausser dem Ei gezeichnet.

Fig. 17 und 18 stellen denselben Embryo dar, Fig. 17 — seinen vorderen, Fig. 18 — seinen hinteren Theil. An den vorderen Enden des Keimstreifens ist auch das obere Blatt bedeutend verdickt.

Fig. 19, 20 und 21. Stellen einen Embryo von der Seite, von oben und von unten dar, um die Lage des Keimstreifens und dessen verhältnissmässige Ausbreitung zu zeigen.

Fig. 22 und 23 stellen uns schon einen bedeutend entwickelteren Embryo, dessen Keimstreif auf der Fig. 23 dasselbe Stadium darstellt, welches Rathke (Entwickelungsgeschichte der Hirudineen) auf seiner Taf. V als ein Zerfallen des Keimstreifens in die Ganglienkette und Muskelsegmente deutet.

Tafel IV.

Fig. 24. Ein Querschnitt durch zwei Kugeln, um die erste Abtheilung der kleinen mittleren Zellen zu zeigen.

Fig. 25. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 5, auf welchem wir die beiden kleinen Kugeln schon abgetheilt finden.

Fig. 26 stellt uns einen Querschnitt durch das Stadium Fig. 8, durch die Kugel *g''* dar; *nn* — kleine Zellen, welche sich auf der Fig. 5 abgetheilt haben und sich dann vermehrten; *g''* grosse Zelle von der hinteren Furchungskugel abstammend; *l* eine neue, sich von der unteren Furchungskugel trennende Zelle, welche viele Dotterkörner enthält; die Kerne der beiden Zellen sind noch nicht vollständig von einander geschieden; *h* — eine vollständig abgetheilte Zelle.

Fig. 27. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 10; I oberes Blatt, dessen Zellen aus den Zellen *n* und *g''* der vorhergeheuden Figur abstammen; II mittleres Blatt, dessen Zellen von den Zellen *l* und *h* der Fig. 26 abstammen; III unteres Blatt oder der Darmdrüsenkeim.

Fig. 28. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 12. Das obere und das mittlere Blatt breiten sich aus, und die Zellen des ersten bilden zwei Haufen *n n*, zu je vier Zellen.

Fig. 29. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 13 oder eines etwas älteren Embryo; die Zellen des oberen Blattes breiten sich schneller als dieselben des mittleren Blattes aus.

Fig. 30, Die Keimstreifen *ks* liegen auf den Seiten des Eies und richten sich zur Bauchseite desselben.

Fig. 31. Querschnitt des Embryo Fig. 18, die beiden Keimstreifen (*ks*) sind schon auf der Bauchseite zu sehen.

Fig. 32. Ein Querschnitt des Embryo Fig. 17. Die Zellen des oberen Blattes, welche hier dem Keimstreifen aufliegen, sind an einigen Stellen schon zweischichtig geworden.

Tafel V.

Fig. 33. Ein Querschnitt durch denselben Embryo dem Kopfende etwas näher.

Fig. 34. Ein Querschnitt durch die Mitte des Embryo Fig. 20. *d* Darmdrüsenkeim, *df* Darmfaserplatte, *mp* Muskelplatte, *n* Nervenplatten im oberen Blatte, *a a* zwei Zellen, welche die Mittellinie zwischen den zusammengetretenen Keimstreifen einnehmen und mit Flimmercilien bedeckt sind. *c* Zellen des mittleren Blattes, aus welchen die hellen

Fäden, die unter dem innneren Nervenstamme liegen, abstammen.

Fig. 35. Ein Längschnitt durch denselben Embryo, um die Bildung der Leibeshöhle in den Ursegmenten und der Dissipimenten zu zeigen.

Fig. 36. Ein Querschnitt durch den hinteren Theil des Embryo Fig. 23. Die Lagerung der Theile ist im wesentlichen so wie in der vorhergehenden Figur, nur die Kerne der Darmdrüsenkeimzellen haben ihre centrale Lagerung verlassen indem sie sich der Oberfläche der Zellen nähern.

Fig. 37 zeigt uns einen Querschnitt desselben Embryo aus der Mitte.

Fig. 38 stellt uns einen Querschnitt aus dem vorderen Ende desselben Embryo. Die Zellen des Ganglions haben sich schon bedeutend abgeschieden; *s* Längsschnitt eines Segmentalorgans, *df* Darmfaserplatte; zwischen derselben und dem Darmdrüsenkeim sammelt sich ein Zellenhaufen bei *g*, der die Anlage des Bauchgefässes darstellt.

Fig. 39. Ein Querschnitt durch den hinteren Theil eines etwas mehr entwickelten Embryo. Das Ganglion hat sich vollständig vom oberen Blatte abgeschieden. Die Kerne auf der Oberfläche des Darmdrüsenkeims mit dem sie umgebenden Protoplasma bilden eine in mehreren Stellen zusammenhängende Schicht. Der ganze Zwischenraum ist noch von dicht an einander gedrängten Kugeln angefüllt.

Fig. 40. Ein Querschnitt durch den mittleren Theil desselben Embryo. Die Kerne und das sie umgebende Protoplasma der peripherischen Darmdrüsenkeimzellen haben sich vermehrt; dagegen liegen die Zellen dessagregirt und sind sichtbar im Zustande des Zerfallens begriffen.

Fig. 41. Ein Querschnitt durch den vorderen Theil desselben Embryo. *s* Segmentalorgan, *bb* die Borsten bildenden Drüsen. Die Kerne und das sie umgebende Protoplasma kleiden jetzt den Innenraum des Darmkanals, und von den Dotterkernen sind nur kleinere oder grössere Anhäufungen geblieben.

Entwickelungsgeschichte des Lumbricus.

Tafel VI.

Vergrösser. 220. — Die acht ersten Figuren sind dem Lumbricus agricola Burm. entnommen, die übrigen von den Eiern des Lumbricus rubellus v. Grube (175 pag. Annelida).

Fig. 1. Theilung des Kerns und des Eies; *r* Richtungsbläschen.

Fig. 2. Zwei Furchungskugeln.

Fig. 3. Wie die zwei kleineren, so auch die grosse untere Kugel theilen sich jede in zwei und so entstehen 6 Kugeln.

Fig. 4. Ein durch neue Theilung der Furchungskugeln entstandener Zellenhaufen.

Fig. 5. Derselbe im optischen Längsschnitte; man sieht in der Mitte einen unregelmässigen spaltförmigen Raum, als Andeutung der Furchungshöhle.

Fig. 6. Ein weiteres Furchungsstadium.

Fig. 7. Ein nach der beendigten Furchung sich etwas abgeflachter Zellenhaufen von unten gesehen, wo alle mittleren Zellen körnchenfrei sind und einen starklichtbrechenden Inhalt besitzen.

Fig. 8. Dasselbe Stadium im optischen Querschnitte. *b* obere Zellenschicht; *d* untere Zellenschicht.

Fig. 9. Einstülpung der unteren Zellenschicht, welche an einem Ende schneller vor sich geht. *a* Zellen des oberen Blattes.

Fig. 10. Ein optischer Längsschnitt desselben Embryo. Die Zelle *m* des unteren Blattes wird etwas nach oben in der Richtung der Furchungshöhle ausgedrängt.

Fig. 11. Die Einstülpung der unteren Zellenschicht ist noch mehr fortgeschritten, und es entstand eine ziemlich geschlossene Höhle, welche durch die Oeffnung *o* nach aussen mündet; *b* die hintere Begrenzung der Höhle.

Fig. 12. Dasselbe Stadium im optischen Längsschnitt dargestellt; die aus dem unteren Blatte ausgetretene Zelle *m* hat sich abgerundet und vergrössert; die Zellen *a a* der Fig. 9 und 10 sind in mehrere kleinere Zellen zerfallen.

Fig. 13. Die eingestülpte Höhle hat sich noch

mehr geschlossen. *o* Oeffnung derselben nach aussen.

Fig. 14. Ein optischer, etwas seitlicher Längsschnitt; *d* die Zellen, welche die jetzt gebildete Darmhöhle auskleiden, also das Darmdrüsenblatt; *m* Zellen des mittleren Blattes; *h* Hornblatt.

Fig. 15. Der Embryo zieht sich in die Länge; das mittlere Blatt *m* bildet sich zum Keimstreifen um; bei *o* findet man eine Zellenwandung, die den Oesophagus, der sich nun entwickelt, vorstellt.

Fig. 16. Ein Querschnitt des in Chromsäure erhärteten Embryo Fig. 15, bei derselben Vergrösserung gezeichnet. *d* Darmdrüsenblatt, *m* Zellen des mittleren Blattes, *h* Hornblatt.

Tafel VII.

Fig. 17. Ein schon frei im Eiweiss schwimmender Embryo von Lumbricus rubellus, *k* Keimstreifen mit seiner grossen hinteren Zelle.

Fig. 18. Ein etwas mehr entwickelter Embryo von der Bauchseite; *o* Mundöffnung des in Ursegmente zerfallenen Keimstreifens.

Fig. 19. Querschnitt desselben Embryo; *d* Darmdrüsenblatt, dessen Zellen nach unten flacher werden; *m* mittleres oder Muskelblatt, *h* Hornblatt.

Fig. 20. Keimstreifen eines schon $2\frac{1}{2}'''$ grossen Embryo von Lumbricus agricolla; *n* Nervenplatten; *o* Mundöffnung; a, a′, a″ Segmentalorgane auf verschiedenen Stadien ihrer Ausbildung; *d* Dissipemente.

Fig. 21. Bildung eines Segmentalorgans beim Lumbricus agricolla. I sein erstes auftreten als Austülpung der hinteren Wand des Dissipements. II schon ein Röhrenartiges Segmentalorgan; III dasselbe schon einige Biegungen machend.

Fig. 22. Ein Querschnitt durch den hinteren Drittheil des Keimstreifens Fig. 20; das mittlere Blatt ist schon in die Darmfaserplatte *df* und die Hautmuskelplatte *hp* mit der Nervenplatte *n* gespalten.

Fig. 23. Ein schon bedeutend ausgebildeter Embryo von Lumbr. agricola. *o* Oesophagus, *d* der mit Eiweis erfüllte Raum; *g* Grenze des Keimstreifens und des Sinus terminalis.

Fig. 24. Ein Stück aus der Mitte desselben Embryo stark vergrössert; gg′ Grenze des Keimstreifens und der in ihm eingeschlossene Strang des jetzt hier noch doppelten Rückengefässes; *q* Queräste, welche vom Bauchgefässe zum Rückengefäss sich richten; *s* feine Gefässstämme, welche über die das Eiweiss bedeckende Schicht des Darmdrüsenblattes sich zum Rücken begeben.

Fig. 25. Querschnitt des Randes der Ausbreitung des mittleren Blattes; *db* Darmdrüsenblatt; *g* seitliches Rückengefäss. Vergrs. 505.

Fig. 26. Ein Querschnitt durch das hintere Ende eines Embryo mit schon fast geschlossenem Rücken; *n* die Nervenplatte, welche noch im Bereiche des oberen Blattes liegt; *hp* Hautmuskelplatte des mittleren Blattes; *df* Darmfaserplatte; *d* Darmdrüsenblatt. Vergr. 220.

Fig. 27. Ein Querschnitt durch denselben Embryo aus der Mitte. *n* Nervenganglion schon vom oberen Blatte abgetheilt; das übrige wie auf der Fig. 26. Vergr. 220.

Fig. 28. Ein Querschnitt durch denselben Embryo aus dem vorderen Theile des Körpers. *n* Nervenganglion, das schon überall von Zellen des mittleren Blattes umgeben ist; darunter die drei hyalinen Fäden (h), welche aus dem mittleren Blatte abstammen. Vergr. 220.

Entwickelung des Hydrophilus piceus.

Tafel VIII.

Alle Figuren bei 30 m. Vergrösser.

Fig. 1. Die erste schildartige Anlage des Embryo, aus zwei parallelen Längsverdickungen des Blastoderms bestehend; diese Verdickungen gehen an beiden Enden des Embryo in einander über.

Fig. 2. Eine etwas mehr vorgeschrittene Embryonalanlage, deren mittlerer Theil schon eine Art von Ursegmenten andeutet; die Ränder der Anlage heben sich auf dem Eie etwas vor, so dass sie eine Rinne begrenzen.

Fig. 3. Die Embryonalanlage hat sich auch auf das Hinterende des Eies ausgebreitet, und die Rän-

der der Rinne treten schon in der Mitte derselben in der Nähe des Hinterendes zusammen.

Fig. 4. Die Rinne hat sich fast überall geschlossen; die Schwanzfalte der Embryonalhüllen tritt schon auf der Bauchseite des Eies und bedeckt das Hinterende der geschlossenen Rinne. Die Stellen, wo sich auch auf der Bauchseite die Falten der Embryonalhäute bald bilden werden, sind durch Verdickungen des Blastoderms angedeutet.

Fig. 5. Die Schwanzfalte der Embryonalhäute ist schon etwas weiter nach vorn gerückt.

Fig. 6. Die Falte der Embryonalhäute umgiebt die Embryonalanlage von allen Seiten. *k* Kopflappen; *t* Thoracalsegmente.

Fig. 7. Die Fmbryonalanlage, schon jetzt der Keimstreifen rückt in die Nähe des vorderen Eiendes; die Kopflappen bedecken die ganze untere Fläche des Eies. *o* Stelle des Keimstreifens, welche noch nicht von den Embryonalhäuten bedeckt ist.

Fig. 8. Die Embryonalhäute sind schon vollständig geschlossen, und das vordere Ende des Keimstreifens rückt schon auf das vordere Ende des Eies. Man unterscheidet schon 17 Ursegmente. Der Keimstreifen geht wie auf dem hinteren so auch vorderen Ende des Eies auf die Rückenseite über.

Fig. 9. Der Keimstreif beginnt sich zusammenzuziehen, so dass er am vorderen und hinteren Ende auf die Bauchseite zu liegen kommt; die Mundöffnung *o* ist schon gebildet, und an den Seiten derselben wachsen von dem Kopflappen *k* die Fühler *f*. Auf dem ersten, zweiten und dritten Segment beginnt die Bildung der Kiefern, Unterkiefer und Unterlippen. Auf den drei folgenden beginnt die Anlage der 3 Fusspaare. Auf dem 7, d. h. auf dem ersten Bauchsegment, findet sich auch ein Höcker, welcher den anderen Extremitäten gleicht. Längs der Mitte des ganzen Keimstreifens sieht man eine schwache rinnenartige Vertiefung.

Fig. 10. Der Keimstreifen ist am vorderen und hinteren Ende schon vollständig auf die Bauchseite des Eies getreten. Vor der Mundöffnung sieht man die zweilappige Oberlippe und an deren Seiten, zwischen derselben und dem Kopf- oder Augenlappen, die Fühler (f). Das erste Segment ist fast verschwunden. Auf den Bauchsegmenten, von dem zweiten an, bildeten sich in den Seitentheilen jedes Segmentes runde Einstülpungen von breiten wulstartigen Erhöhungen umgeben. Der Anus ist schon gebildet und von ihm zieht sich eine Rinne bis zur Mundöffnung.

Fig. 11. Der ganze Keimstreif vom Eie abgenommen und beim durchfallenden Licht dargestellt. Das Nervensystem ist schon in Form von paarigen Ganglien angelegt; zu dessen Seiten liegen die Mundtheile, die Extremitäten und die Bauchstummeln. Die Stigmenöffnungen sind noch von einem bedeutenden Wall umgeben.

Fig. 12. Der Keimstreif bedeckt die ganze Bauchseite des Eies. Die Stigmenöffnungen sind klein geworden und finden sich, vom zweiten Brustsegment beginnend, auf allen hinteren Segmenten. Die Bauchganglien sind schon in allen ihren Theilen angedeutet und an beiden Seiten des Stranges sieht man auf allen Bauchsegmenten bedeutende Vorsprünge der äusseren Haut.

Fig. 13. Der Keimstreif am vorderen und hinteren Ende ist bedeutend auf die Rückenseite übergetreten; von der Bauchseite sieht man die Enden der Fühler, die Mundtheile und die Kiefer- und Lippentaster. Von dem Fusspaar auf dem ersten Bauchsegment ist nur ein höckerartiger Vorsprung geblieben. Die punktirten Linien an den anderen Bauchsegmenten deuten ähnliche und kleinere Höcker an.

Fig. 14. Derselbe Embryo von der Rückenseite beobachtet. Am vorderen Ende sieht man die Oberlippe, zu deren Seiten die Fühler, und weiter nach hinten, die beiden durchschimmernden Gehirnlappen; *h*; *rp* Rückenplatte, *rd* dessen Ränder, die am hinteren Ende schon etwas aufgehoben sind; *d* der von der Rückenplatte nicht bedeckte Dotter; *st* die Anlage der Schwanztaster, gelegen an den Seiten des Hinterendes des Keimstreifens, welcher etwas von der Rückenplatte bedeckt ist.

Fig. 15. Die Ränder der Rückenplatte heben sich auf und bilden nach hinten einen geschlossenen Sack.

Fig. 16. Die Rückenplatte hat sich zu einem Rohre geschlossen, welches noch durch die Oeffnung *o* nach aussen mündet.

Fig. 17 stellt uns die Bauchseite eines Embryo vor seinem Ausschlüpfen dar; der Schwanz liegt wieder auf der Bauchseite.

Tafel IX.

Fig. 18. Das hintere Ende des Eies von der ersten Periode der Entwickelung (Fig. 3).

Fig. 19. Eine eben ausgeschlüpfte Hydrophilus-Larve mit den Bauchstummeln, welche auch von den Seiten hervorragen.

NB. Alle die bisher betrachteten Figuren zur Entw. des Hydrophilus sind 30 mal vergrössert.

Fig. 20. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 2; man sieht dass das Blastoderm überall einschichtig ist und dass die Zellen nur am Boden und an den Seiten der Rinne bedeutend höher sind. Vergrösserung 120.

Fig. 21. Ein Querschnitt durch das Stadium Fig. 3 in der Nähe der zusammentretenden Ränder der Rinne. Vergr. 120.

Fig. 22. Ein Querschnitt des Embryo Fig. 6 an der Stelle der Kopflappenanlage (k), *f* Falte der Embryonalhäute. Die Bodenzellen der Rinne zerfallen in unregelmässig ausgebreitete Zellen. Vergrösserung 120.

Fig. 23. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 5 in der Nähe des Buchstaben *a*. *a* Amnion, *s* seröse Hülle, *r* die fast geschlossene Rinne.

Fig. 24. Ein Querschnitt durch das hintere Ende desselben Embryo, um zu zeigen, dass der Keimstreif hier auch auf die Rückenseite übergeht und dass zwischen dem Amnion und der serösen Hülle die Dotterkerne eingeheftet sind, und der Keimstreif hier gewissermassen zum inneren wird. Vergrs. 70.

Fig. 25. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 6, aus der Thoracalgegend, wo der Buchstabe *t* steht. Die Zellen, welche die jetzt schon geschlossene Rinne resp. Rohr bilden, verlieren ihren cylindrischen Habitus, werden rundlich und liegen jetzt nicht so dicht beisammen, werden, wie man sagt, „desagregirt". Vergr. 120.

Fig. 26. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 8; die abgerundeten Zellen des geschlossenen Rohres breiten sich unter der äusseren Zellenschicht und bilden das zweite Blatt. *a* oberes oder sensorieles Blatt. Vergr. 98.

Tafel X.

Fig. 27. Ein Querschnitt des Embryo Fig. 10 aus der Bauchgegend, zwischen zwei sich bildenden Stigmeneinstülpungen. Die Zellen des oberen Blattes sind kleiner geworden und nur in der Gegend der Nervenplatte sind sie etwas länger. Das untere Blatt ist in der Mitte wie zerrissen und an seinen beiden Enden sieht man eine Höhle die überall vom unteren Blatte begrenzt ist.

Fig. 28. Ein Querschnitt desselben Embryo, aus dem Bauchtheile durch die Stigmaanlage.

Fig. 29. Ein Querschnitt desselben Embryo, durch die sich bildenden Extremitäten. Das obere Blatt in den Nervenplatten besteht schon aus zwei Zellenschichten. Das zweite Blatt hat keinen Riss in der Mitte.

Fig. 30. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 11, aus der Bauchgegend, durch eine Stigmaöffnung. Von den Nervenplatten haben sich zwei Haufen von Zellen abgetheilt welche den Ganglion bilden. Das untere Blatt zieht sich von der Gegend, wo es die Höhle *h* umgiebt, ziemlich weit auf den Dotter in der Richtung zur Mittellinie. *df* Darmfaserplatte. *db* Darmdrüsenblatt.

Fig. 31. Ein Querschnitt durch den Bauchtheil des Embryo Fig. 12. Diese Figur stellt uns fast dieselben Verhältnisse, wie die vorhergehende, mit dem Unterschiede dass das Ganglion schon fast vollständig vom oberen Blatte sich abgetheilt hat; nur sein mittlerer Theil hängt noch mit den Zellen der hier sehr tiefen Rinne unmittelbar zusammen.

Fig. 32. Ein Querschnitt durch denselben Embryo in der Nähe des hinteren Körperendes. Das Nervenganglion ist schon ganz vom oberen Blatte abgetheilt; von der Höhle *h* sieht man keine Spur mehr, und das Blatt, welches auf den anderen Figuren unter der Höhle lag, bedeckt den Dotter von unten; *m* Querschnitte der Malphighischen Gefässe.

Fig. 33. Ein Querschnitt desselben Embryo noch näher dem hinteren Ende. Die Malphighischen Gefässe münden in den von unten geschlossenen Darm durch zwei Stämme. Die Darmwandung ist von unten ganz geschlossen.

Fig. 34. Ein Querschnitt aus der Bauchgegend des Embryo Fig. 13. Die Embryonalhäute sind zerrissen; die beiden Haupttracheenstämme *t* stehen jetzt weit von den Stigmenöffnungen. Die Nervenganglien sind von oberen Zellen des unteren Blattes vollständig umgeben. Die Darmwandungen heben sich fast zur Hälfte des Dotters und sind am oberen Ende viel dicker. Die Rückenplatte besteht aus sehr grossen cylindrischen Zellen.

Fig. 35. Ein Querschnitt durch die Rückenplatte desselben Embryo aus dem hinteren Ende; die Ränder der Platte heben sich zur Bildung der Rinne.

Fig. 36. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 15 aus der Gegend wo die Rückenplatte von oben schon geschlossen ist.

Fig. 37. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 16. Die Darmwandungen sind bedeutend ausgebreitet und nähern sich dem Rückenrohre.

Fig. 38. Ein Querschnitt durch das Rückenrohr eines noch etwas mehr entwickelten Embryo. Die Darmwandungen wie die Zellen des mittleren Blattes nähern sich ihrer Schliessung, und das Rückenrohr dringt ziemlich tief in den Dotter hinein.

Fig. 39. Die Darmwandungen haben sich auf dem Rücken über dem Dotter vollständig geschlossen; das Vollumen des Rückenrohrs ist viel kleiner geworden und schwindet allmählig ganz. Ueber den Darmwandungen hat sich das Herz aus den Zellen des mittleren Blattes gebildet. Die Ganglien haben sich schon in das peripherische Zellensubstanz und in die centralen Fäden differencirt.

Entwickelung der Apis mellifica.

Tafel XI.

Vergrösserung 70.

Fig. 1. Das Auftreten des Blastoderms in Form vereinzelt hervorragender Zellen. *o* das obere oder Kopfende des Eies, *u* unteres oder hinteres Ende; mit dem letzten ist das Ei am Boden der Zelle angeheftet.

Fig. 2. Das erste Auftreten der Blastodermzellen, stark vergrössert.

Fig. 3. Die breite Rinne welche den oberen Theil des Eies einnimmt; der Dotter ist am vorderen und hinteren Ende von dem Blastoderm etwas zurückgetreten; *a* die beginnende Bildung der Kopffalte.

Fig. 4. dasselbe Ei von der Seite gesehen; von *a* bis *n* zieht sich die Rinne; *a* hinteres Ende der von hinten sich erhebenden Falte.

Fig. 5. Die Rinne ist am vorderen Ende geschlossen und am hinteren noch vollständig offen. *k* Kopffalte.

Fig. 6. Die Rinne ist nur am hinteren Ende offen; die Kopffalte (kf) bedeckt schon theilweise das vordere Ende des Eies.

Fig. 7. Dasselbe Ei von der Seite; *kf* Kopffalte, bestehend aus dem Amnion *am*, und der serösen Hülle *sh*.

Fig. 8. Ein noch etwas mehr entwickeltes Ei; von der Rinne sieht man nur einen unbedeutenden Spalt ganz am hinteren Ende des Eies. Die Falte der Embryonalhäute bedeckt schon den vordern Drittheil des Eies.

Fig. 9. Die Falte der Embryonalhäute hat schon fast den ganze Vordertheil des Keimstreifens bedeckt; es bleibt noch nur ein Stück des Hinterendes frei.

Fig. 10. Dasselbe Ei von der Seite gesehen. Man sieht die Ausbreitung des Keimstreifens auf beiden Enden des Eies. *a* Boden der Kopffalte auf dem Rücken.

Fig. 11. Das hinterende eines noch weiter vorgeschrittenen Embryo; nur das hintere, etwas zugespitzte Ende bleibt noch unbedeckt. *a* Boden der Kopffalte auf dem Rücken; an der Stelle *ob* bleibt der Dotter eine Zeitlang nach der Bildung der serösen Hülle, nur von derselben bedeckt.

Fig. 12. Das Zusammentreten der Embryonalhautfalten am hinteren Ende des Eies; der ganze hintere Rückentheil des Dotters bleibt nach der Schliessung der Falte am hinteren Ende eine kurze Zeit von den Körperwandungen unbedeckt, bald aber wird er auch hier geschlossen.

Fig. 13. Ein Embryo in der serösen Hülle liegend; am vorderen Ende beobachtet man die Bil-

dung des Vorderkopfes (vk) und die Andeutungen der Mundtheile.

Fig. 14. a, b, c Mundtheile. *s* Stigmata. *d* der hier in Folge der Längsspaltung des mittleren Blattes, welche hier vorsichgeht, durchscheinende Dotter.

Fig. 15. Ausser der drei Paare der Mundtheile, sind noch die drei Paare der Fussstummeln *f* zu sehen. *k* Kopflappen in deren Mitte die höckerartigen Tentakelanlagen *t* zu sehen sind; *d* Mündung der zwei Drüsenschläuche, die durch Einstülpung gebildet sind. *s* Stigmen, welche sich bis auf das erste Brustsegment fortsetzen.

Fig. 16. Ein Embryo dessen Dotter auf der Rükkenseite an seinem vorderen und hinteren Ende vom Darmdrüsenblatt bedeckt ist. *r* der Rand der Verbreitung des Darmdrüsenblattes auf die Seitentheile des Dotters. *gl* Gehirnlappen, *t* Tentakeln der Fühler, *md* Mandibeln, *mx* Maxillen, *ut* Unterlippe, *f* Fussstummel, *n* Nervenplatte.

Fig. 17. Ein zum Ausschlüpfen fertiger Embryo. *n* Ganglienkette, *g* Gehirn, *s* Stigmata, *d* Drüsenschlauch, *m* Malphighisches Gefäss, *oe* Oesophagus, *a* Anus, *f* verdickte Stellen der Haut, die die Fusshöcker darstellen.

Fig. 18. Derselbe Embryo vom Rücken betrachtet. *h* Herz, *g* das jederseits zwetlappige Gehirn. Die zu beiden Seiten der Mittellinie liegenden Gehirntheile werden durch eine sehr dünne am vorderen Ende des Gehirns liegende Brücke vereinigt; *oe* rundliche Abschnürung des Oesophagus vor seiner Mündung in den Darm.

Tafel XII.

Fig. 19. Eine eben ausgeschlüpfte Bienenlarve von der Bauchseite betrachtet. *v* verlängerter Vorderkopf oder die Oberlippe; *md* Mandibeln, *mx* Maxillen; *u* die durch zusammenschmelzen der beiden unteren Mundtheilhöcker entstandene Unterlippe mit einer geschlossenen Tasche *t*, in welche die beiden Drüsenschläuche *ds* einmünden; *tr* die seitlichen Tracheenstämme mit ihren Communicationsaesten unter der Ganglienkette, aus denen dünnere Aeste zu den Ganglien gehen. *g* Paarige Ganglien durch kurze Commissuren miteinander verbunden, *ts* drei Paare Thoracalscheiben; *fs* drei Fussscheibenpaare.

Fig. 20. Ein Querschnitt durch das Ei Fig. 3, aus der Stelle *; man sieht hier den sich vertiefenden Boden der Rinne. Vergr. 70.

Fig. 21. Ein Stück von demselben Querschnitte stark vergrössert um die Verhältnisse der Zellen genauer zu zeigen. *k* Kerne im Dotter. Vergr. 303.

Fig. 22. Zeigt uns einen Querschnitt desselben Embryo aus der Stelle **. Die Ränder des sich vertiefenden Bodens der Rinne (p) sind an den Seiten schon vom oberen Blatte bedeckt. Vergr. 70.

Fig. 23. Ein Querschnitt durch das Ei Fig. 5 aus der Stelle *; die sich vertiefende Zellenschicht ist schon bedeutend ausgedehnt und in ihrem grössten Theile von den Zellen des oberen Blattes bedeckt, *rr* Grenzen der Rinne. Vergr. 303.

Fig. 24. *A* stellt uns einen Querschnitt durch den Embryo Fig. 6 aus der Stelle * dar. Die eingestülpte Schicht hat sich schon an ihrem oberen Ende zur Bildung des Darmdrüsenblattes (*db*) gebogen. Vergrösser. 303.

B. *k* Kern aus dem Dotter mit dem ihn umgebenden Protoplasma. Vergr. 505.

Fig. 25. Querschnitt des Embryo Fig. 13, aus der Mitte. Das untere Blatt ist in der Mitte zerrissen. Das Ganze ist nur von der serösen Hülle umgeben.

Fig. 26. Ein Querschnitt durch den Embryo Fig. 15. aus der Mitte, zwischen den Stigmen. *d* Drüse, *t* Tracheenstamm, *db* Darmdrüsenblatt den Rücken des Dotters bedeckend und auf der linken Seite auch auf den unteren Theil sich ausbreitend. *nn* Nervenplatten, aus welchen sich schon die Ganglien abscheiden.

Fig. 27. Eine Seite des Querschnitts von der Fig. 15, durch die Stigmenöffnung geführt und stark vergrössert. *s* Stigmenöffnung, *d* Querschnitt des Drüsenschlauches, *m* Zellen des mittleren Blattes, welche bei *o* eine Art Falte bilden und sich, an dem Dotter ausbreitend, das Darmdrüsenblatt ausmachen. *D* Dotter mit seinen Kernen und von einer ziemlich dicken und festen Schicht umgrenzt. Vergrössr. 303.

Fig. 28. Ein Querschnitt durch den mittleren

Theil des Embryo Fig. 17. *d* Drüsen; *tr* Tracheenstamm; an der entgegengesetzten Seite sieht man auch die Stigmata; *g* Ganglion; *db* Darmdrüsenblatt oder das obere Epithelium des Darmkanals; *m* zwei Reihen von Zellen oder, genauer, von Kernen, welche nach unten in zwei deutliche Muskeln übergehend, nach oben bis an das Herz *h* verlaufen. Unter dem Epithel des Darmkanals liegt eine Schicht von Protoplasma mit vielen eingebetteten Kernen. Vergrösser. 120.

Fig. 29. Der obere Theil des auf der Fig. 29 abgebildeten Querschnitts viel stärker vergrössert. *h* das Herz mit einigen Blutkörperchen, *a* äussere Haut, *db* Darmdrüsenblatt, *k* Kerne, von denen mehrere bei *k'* zusammengehäuft und in einer durchsichtigen, protoplasmaähnlichen Substanz gelegen sind. *m* Reihen von Kernen mit Protoplasma. Aus der unteren Reihe dieser Zellen entsteht das Darmfaserblatt, und aus der oberen die Muskeln und vielleicht auch die Zellen des Fettkörpers; *hm* Zellen welche an die Haut angeheftet sind und von denen Fortsätze zu dem äusseren Strange der Kerne sich begeben und zusammenschmelzen. Vergr. 505.

Fig. 30. Ein Querschnitt durch das Ei Fig. 1. Die zwei Schichten von Zellen bei 1 betrachte ich als Kunstproducte; die Zellen I und II entsprechen den ebenso bezeichneten Zellen der Fig. 2.

Entwickelung der Lepidopteren.

Tafel XII A.

Fig. 1. Ein Ei des Pterophorus pentadactylus; nach dem sich das Blastoderm gebildet hat, verdikken sich die Zellen derselben auf einem Rande, wodurch der Keimstreifen gebildet wird; dabei wächst an dessen hinteren und vorderen Ende eine Falte, welche die Keimstreifen überdeckt.

Fig. 2. Dasselbe Ei etwas mehr entwickelt. Der Keimstreif wird innen mehr von den Falten der Embryonalhäute überdeckt. Der Dotter, an den Stellen wo er an die Zellen des Blastoderms grenzt, zerfällt in Schollen.

Die folgenden Figuren sind von den Eiern des Sphinx populi entnommen

Fig. 3. Ein noch auf der Oberfläche des Blastoderms liegender Keimstreifen.

Fig. 4. Querschnitt des auf der Fig. 3 abgebildeten Keimstreifens.

Fig. 5. Querschnitt eines etwas mehr entwickelten Embryo des Sphinx populi; die Embryonalhautfalten sind schon bedeutend entwickelt; der mittlere Theil des Keimstreifens bildet eine sehr schwache Rinne,— die beginnende Bildung des zweiten Blattes.

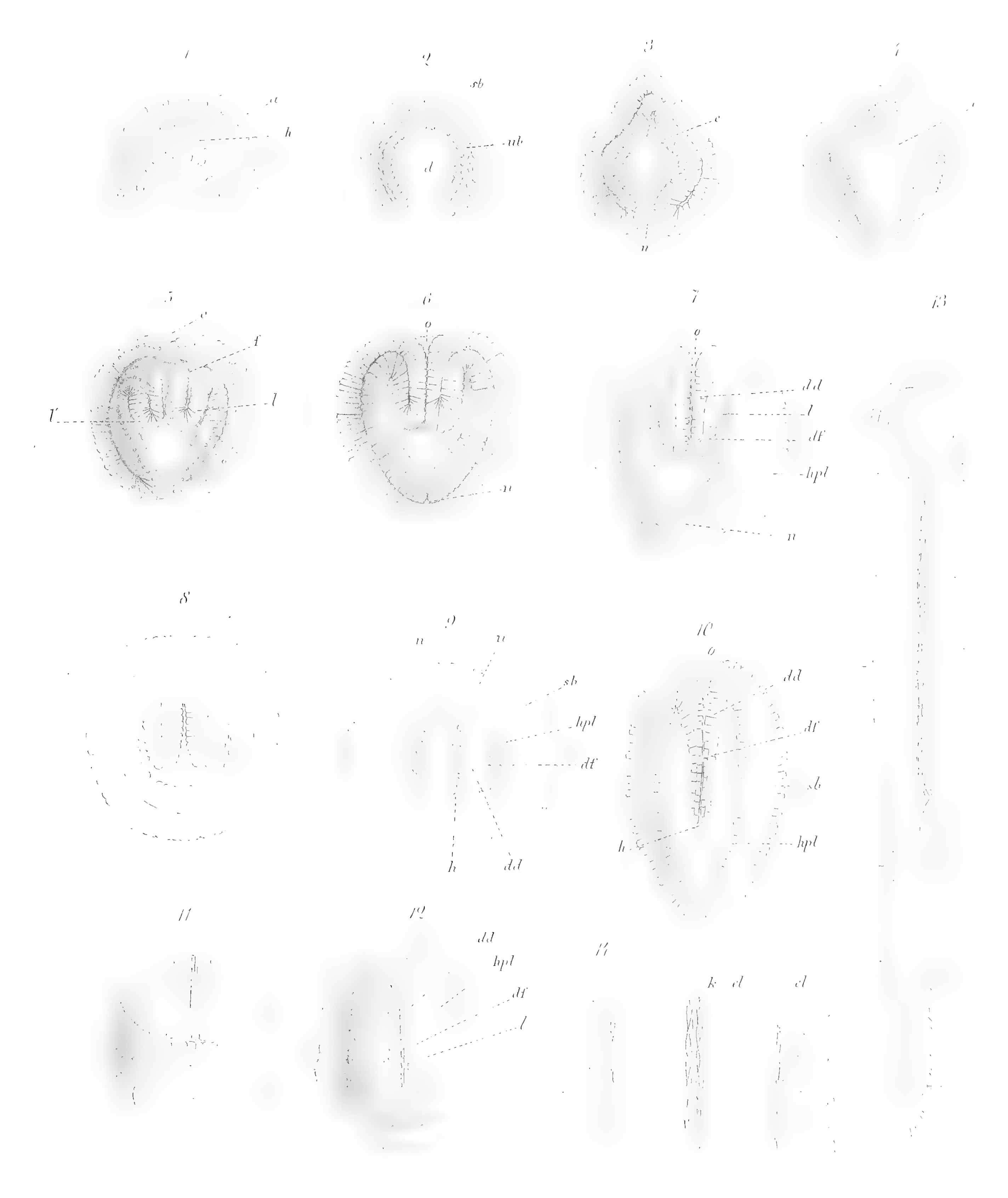
Fig. 6. Querschnitt eines noch mehr entwickelten Embryo. Die Embryonalhautfalten bedecken schon die beiden Seiten und die Enden des Keimstreifens. Die Zellen der Rinne zerfallen in mehrere kleinere und schieben sich unter die Seiten des Keimstreifens.

Fig. 7. Die seitlichen Theile des Keimstreifens haben sich genähert und die Zellen, welche die Rinne bildeten, liegen jetzt unter dem oberen Blatte.

Fig. 8. Ein Keimstreif der schon ganz von den Embryonalhäuten bedeckt ist; er ist in den Dotter eingesenkt und bildet dort einen Halbkreis; bei uns ist er in einer Fläche gezeichnet. *k* Kopflappen; *t* Tentakelanlage; *m* Segmente auf denen sich die Mundtheile gebildet haben; *f* drei Segmente mit Fussstümmeln.

Fig. 9. Ein Querschnitt durch diesen Keimstreifen in seiner natürlichen Lage im Ei. *s* seröse Hülle, welche nach der Schliessung der Embryonalfalten sich vom Amnion *am*, durch eine Schicht von eingedrungenen Dotterballen geschieden hat. *h* Oberes- oder Hornblatt, *m* zweites Blatt, an dessen Enden die Bildung des Darmdrüsenblattes zu sehen ist.

Fig. 10. Ein bedeutend ausgebildeter Keimstreifen des Sphinx populi aus dem Dotter befreit. *t* Tentakeln, *ob* Oberlippe, *md* Mandibeln, *mx* Maxillen, *ut* Unterlippe, *f' f'' f'''* Füsse.



Kowalewsky del.

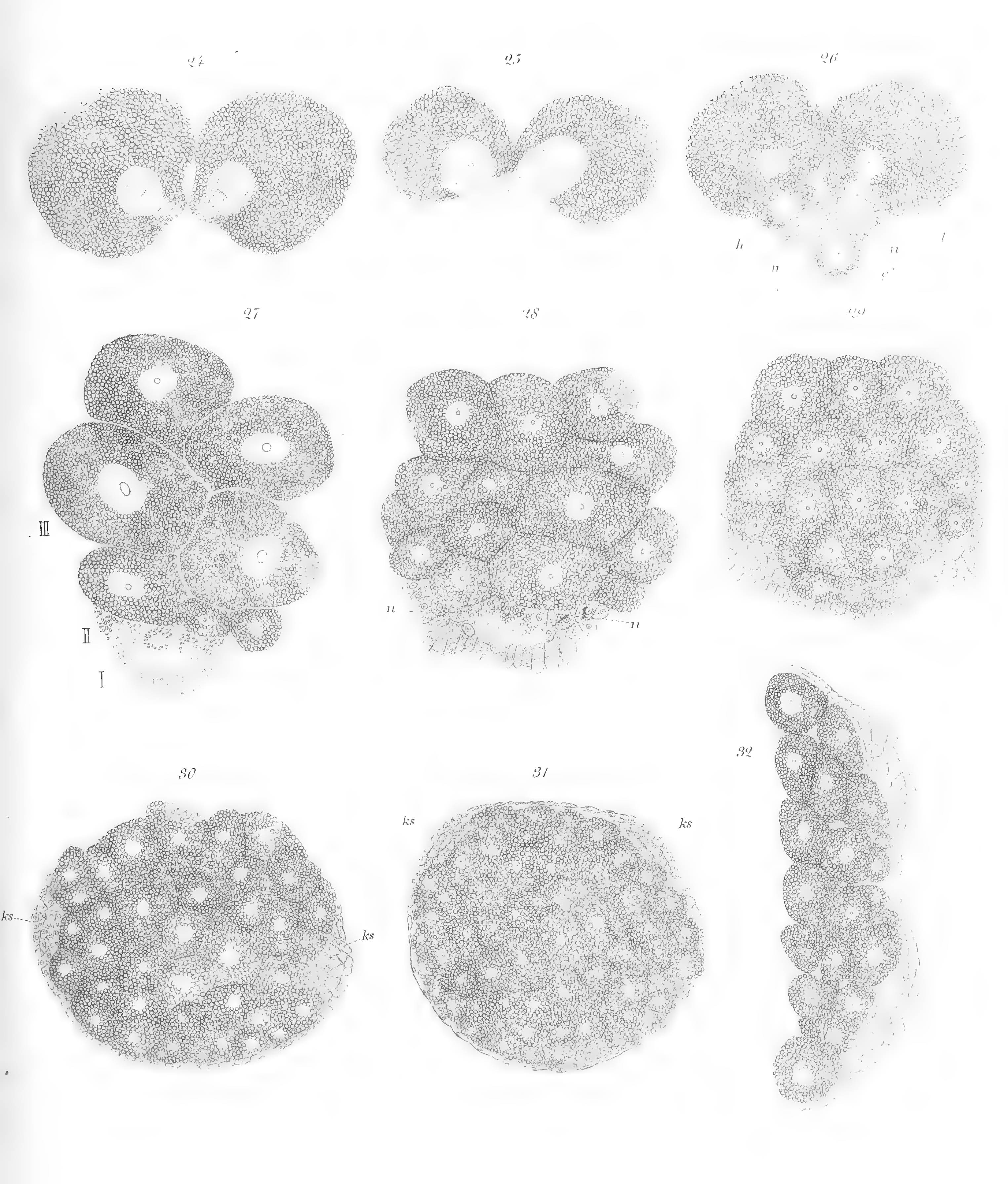
Jvanson sculp
Wa. O. 9 Lin. №28. St. Petersburg



Kowalewsky del. Ivanson sculp.

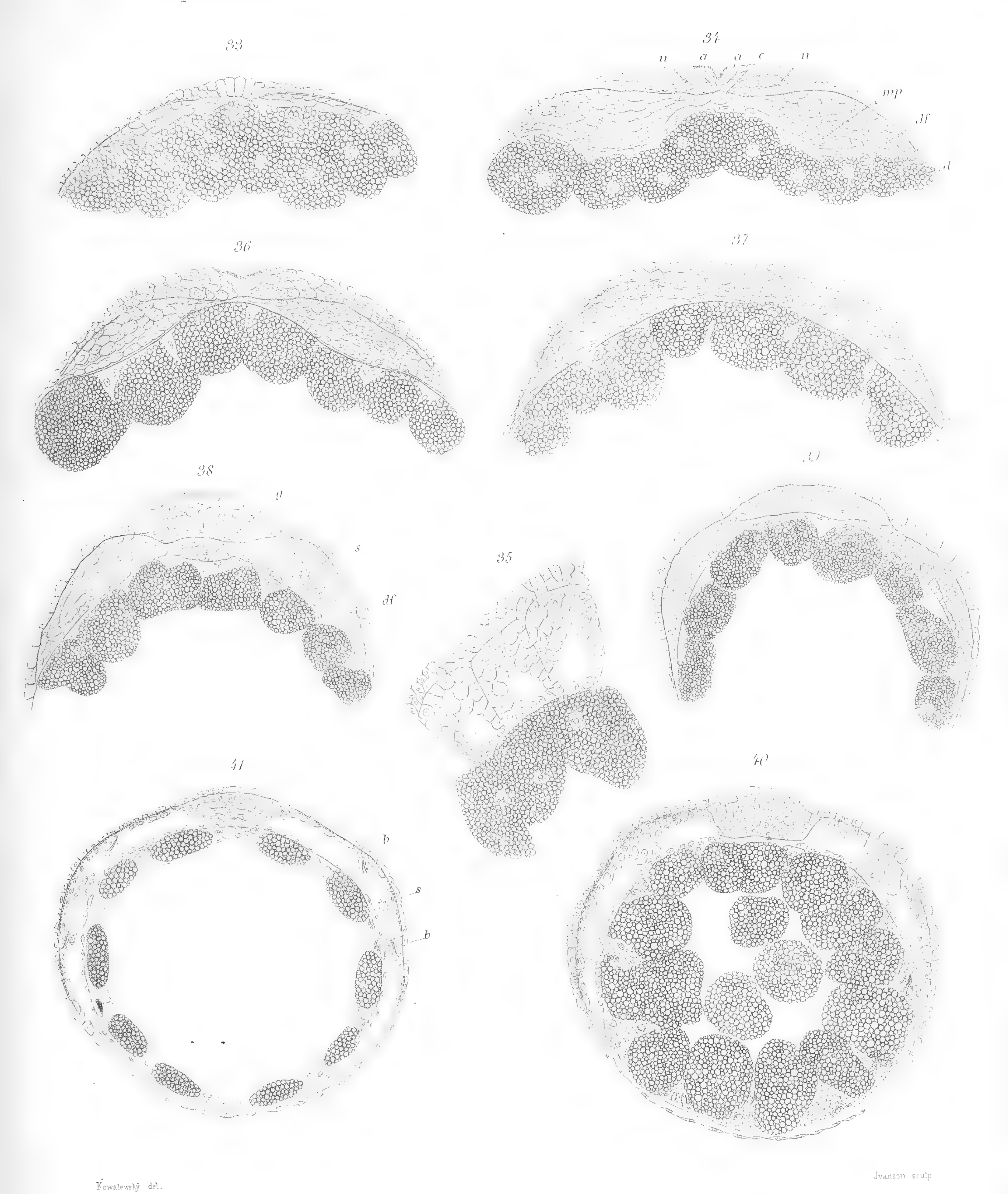


Kowalewsky del.   Jvanson. sculp.

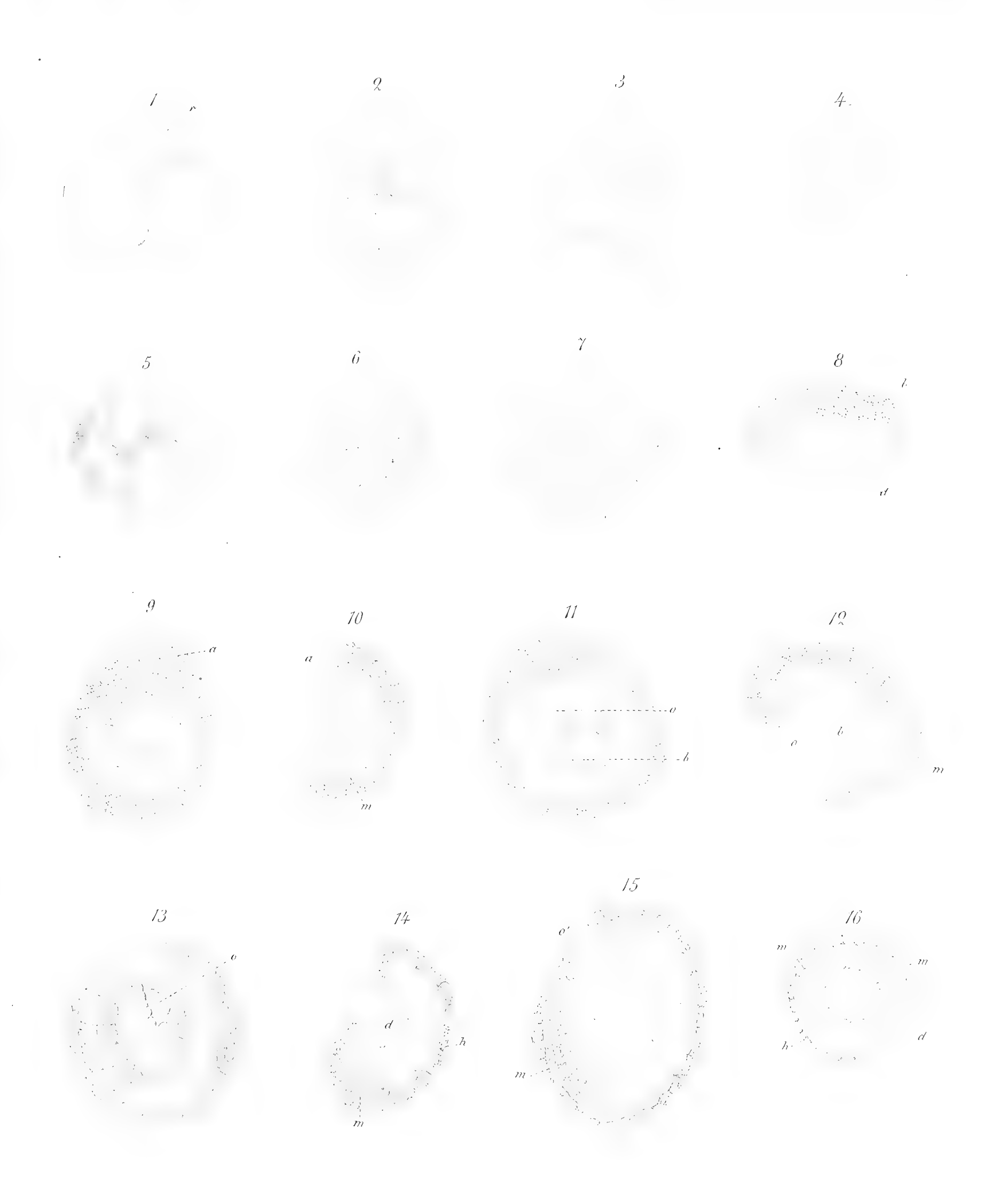


Kowalewsky del.

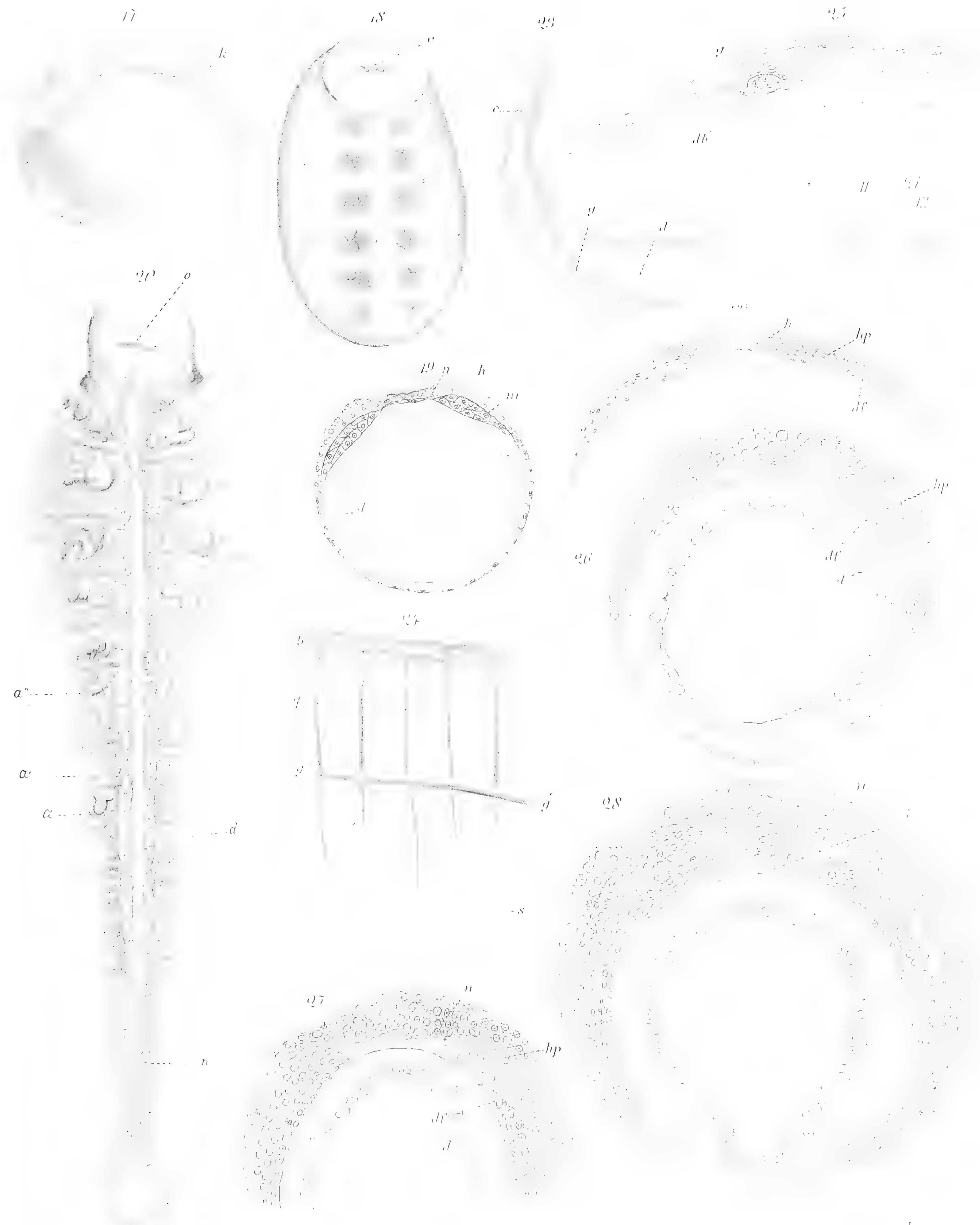
Jvanson sculp.



Kowalewský del. Jvanson sculp



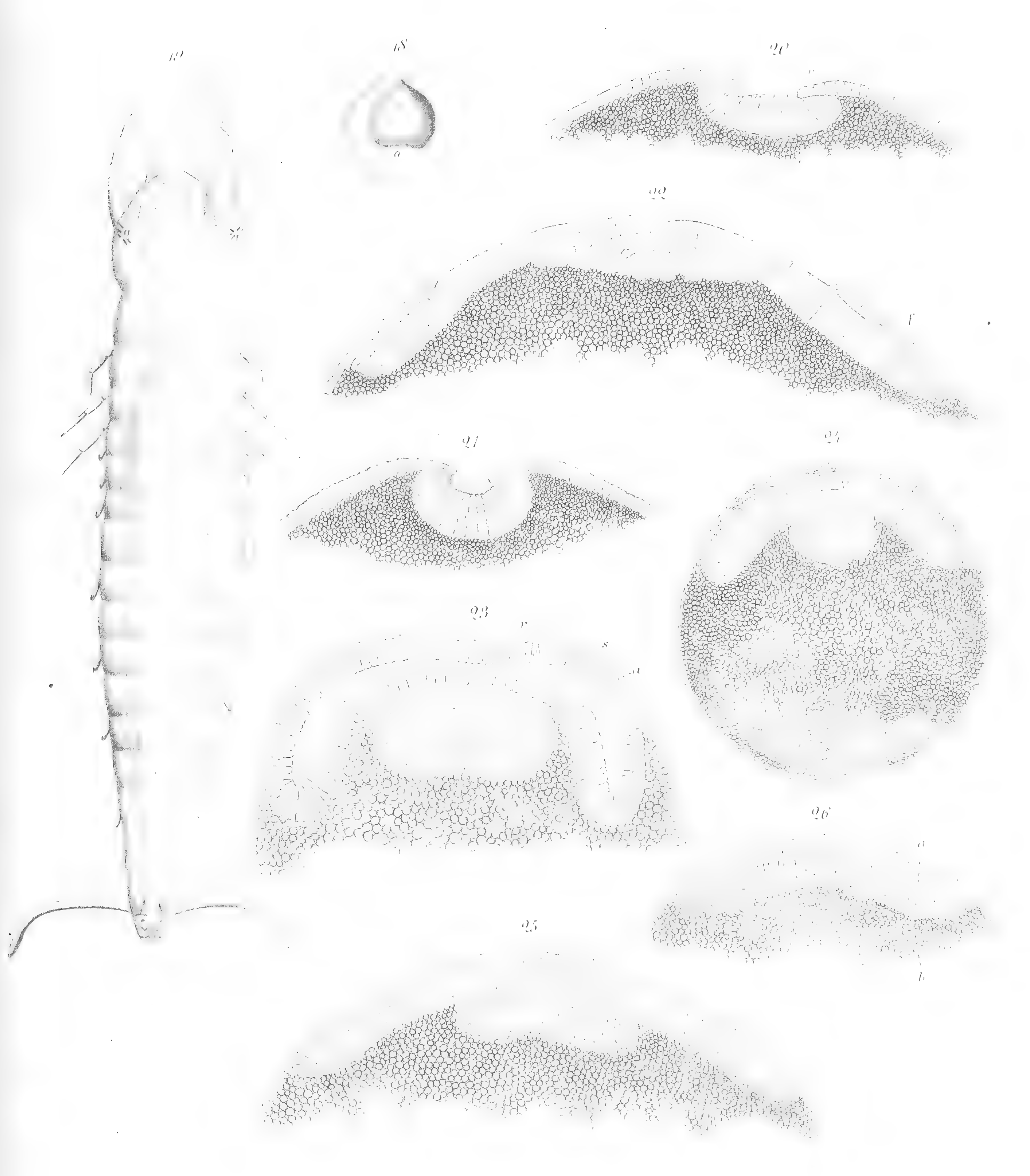
Kowalewsky del.   Jvanson sc.



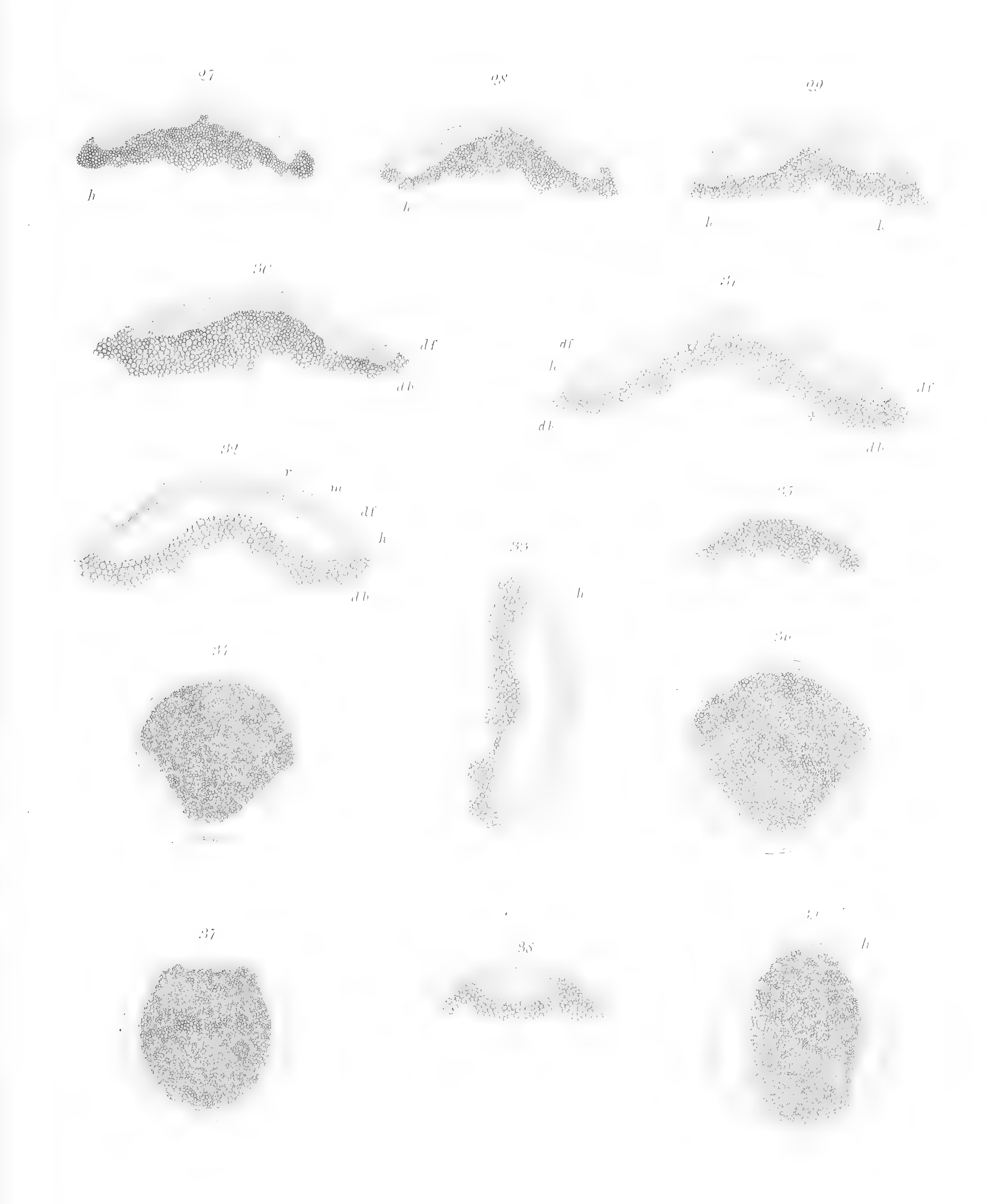
1 2 3 4 5

7 8 9 10 11

13 14 15 17



Jvanson sc.

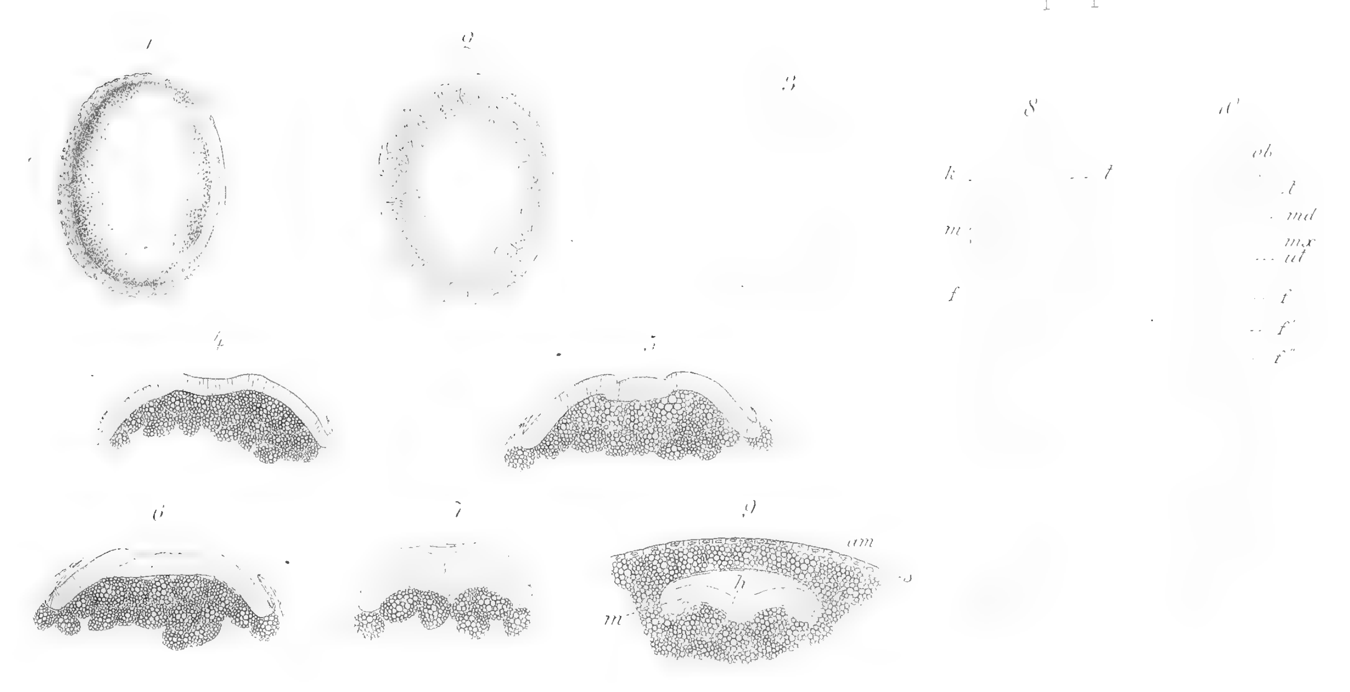

27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
h
df
db
r
m



Kowalewsky del.

Jvanson sculp.

Entwickel. d. Lepidopteren



Jvanson sc.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE,
TOME XVI, № 13.

BOREAS

UND

DIE BOREADEN

VON

Ludolf Stephani.

Mit zwei Tafeln.

Lu le 11 mai 1871.

73026

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 65 cop. = 22 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.

Juin 1871. Pour le Secrétaire perpetuel, M. Brosset.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12.)

Unter den mannigfachen, der Beobachtung des Menschen sich darbietenden Natur-Erscheinungen nehmen die Winde einen so einflussreichen Platz ein, dass wir uns nicht wundern können, wenn wir sie von den Griechen schon seit den frühesten Zeiten in den Kreis ihrer Mythen-Bildung und ihres Cultus aufgenommen sehen.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit der Alten jedoch zog der rauhe Nordwind auf sich, welchen die Griechen Boreas[1]), die Römer Aquilo[2]) nannten.

Pindar[3]) bezeichnet ihn als König der Winde. Nonnos[4]) nennt die letzteren seine Begleiter und Diener. Quintus Smyrnaeus[5]) betrachtet die Aurae als seine Töchter und Silius Italicus[6]) sagt, dass ihm kein anderer Wind zu widerstehen vermöge.

Schon Homer[7]) lässt den Achilleus dem Boreas göttliche Ehren erweisen. Von den Athenern aber wissen wir, dass sie ihm am Ilissos ein Heiligthum geweiht hatten[8]) und ihm

---

1) Preller: Griech. Mythol. Th. I. p. 370. erklärt den Namen durch Ὀρέας, Bergwind, mit dem Digamma. Mehr oder weniger eingehend sind die uns durch Schriftsteller und Kunstwerke bekannten Vorstellungen, welche die Alten an Boreas und seine Familie knüpften, von Welcker: Alte Denkm. Th. III. p. 144—191. Th. V. p. 318—333. Duc de Luynes: Ann. dell' Inst. arch. To. XV. p. 1—17. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 152. 153. Preller: Griech. Myth. Th. I. p. 369. Th. II. p. 148—152. 329—332. Minervini: Bull. Napol. Nuova Ser. To. I. p. 1—4. To. V. p. 20. und Stark: Ann. dell' Inst. arch. To. XXXII. p. 320—345. behandelt worden.

2) Gellius: Noct. Att. II, 22, 9. «*Sed qui ab aestiva «et solstitiali orientis meta venit, Latine Aquilo, Boreas «Graece dicitur*».
Plin.: Hist. nat. II, 119. «*A septentrionibus septentrio in«terque eum et exortum solstitialem aquilo, aparctias et «boreas dicti*». XVIII, 333. «*Ita caeli exacta parte, quod «fuerit liniae caput septentrioni proxumum a parte exor«tiva solstitialem habebit exortum hoc est longissimi diei «ventumque aquilonem borean Graecis dictum*».
Mythogr. Vat. I, 183. «*Nos Aquilonem, illi Boream vo«cant*».

3) Pyth. IV, 181.
καὶ γὰρ ἑκὼν θυμῷ γελανεῖ θᾶσσον ἔντυνεν βασιλεὺς ἀνέμων
Ζήταν Κάλαΐν τε πατὴρ Βορέας.

4) Dion. XXXIX, 195.
ὅτι πτερόεντες ἀῆται
πάντες, ὅσοι πνείουσιν, ὀπάονές εἰσι Βορῆος.

5) Posthom. I, 683.
τῷ γάρ ῥα κατ' οὐρανὸν εὐρὺν ἐόντι
Αὖραι μυθήσαντο θοαὶ Βορέαο θύγατρες
κούρης αἰνὸν ὄλεθρον.

6) Pun. I, 590.
Atque ubi se terris glaciali fundit ab Arcto,
Haud ulli contra fiducia surgere vento.

7) Il. XXIII, 194.
στὰς ἀπάνευθε πυρῆς, δοιοῖς ἠρᾶτ' ἀνέμοισιν,
Βορέῃ καὶ Ζεφύρῳ, καὶ ὑπέσχετο ἱερὰ καλά.

8) Herod. VII, 189. οἱ δ' ὦν Ἀθηναῖοί σφι λέγουσι βοηθήσαντα τὸν Βορῆν πρότερον καὶ τότε ἐκεῖνα κατεργάσασθαι·

zu Ehren mit Schmäusen und heiligen Gesängen verbundene Feste feierten[1]), und Aehnliches wird uns von Thurii[2]) und Megalopolis[3]) berichtet.

Boreas war einer der Winde, welche man, da sie sich besonders am frühen Morgen zu erheben pflegen[4]), für Söhne der Eos und des Astraeos hielt[5]).

Stets betonen die Alten seine furchtbare, wilde Kraft. Homer bezeichnet ihn als ἀλεγεινός[6]), κραιπνός[7]), ἀκραής[8]), und Philostratos[9]) sagt, dass er der männlichste aller Winde sei. Römische Schriftsteller nennen ihn *saevus*[10]), *crudelis*[11]), *horrifer*[12]), *asper*[13]), oder legen ihm eine *vis saeva*[14]), *rabies*[15]), einen *dirus furor*[16]) oder *ferus horror*[17]) bei und wahrscheinlich sollte auch Zeus aus keinem anderen Grunde die Leto gerade durch diesen Wind zu Poseidon haben tragen lassen[18]).

Besonders pflegen die Dichter sein gewaltiges Toben auf dem Meere[19]) und in den

---

καὶ ἱρὸν ἀπελθόντες Βορέω ἱδρύσαντο παρὰ ποταμὸν Ἰλισσόν. Platon: Phaedr. 229, B. οὐκ, ἀλλὰ κάτωθεν ὅσον δύ᾽ ἢ τρία στάδια, ᾗ πρὸς τὸ τῆς Ἄγρας διαβαίνομεν· καί πού τις ἔστι βωμὸς αὐτόθι Βορέου.

1) Hesych.: Βορεασμοί· Ἀθήνησιν οἱ ἄγοντες τῷ Βορέᾳ ἑορτὰς καὶ θοῖναν, ἵνα ἄν τοι πνέωσιν (ᾆδον μέλη?). ἐκαλοῦντο δὲ Βορεασμοί.
Hesych.: Βορέας· σκόλιόν τι οὕτως ᾀδόμενον ἔλεγον. καὶ ὁ ἄνεμος.
Vergleiche Nonn.: Dion. XXXIX, 209.

καὶ μετὰ νίκην
Κεκροπίη κομίσειεν ἀπήμονα λαὸν Ἐρεχθεύς,
καὶ Βορέην μέλψωσι καὶ Ὠρείθυιαν Ἀθῆναι.

2) Aelian: Var. Hist. XII, 61. Θουρίοις ἐπέπλει Διονύσιος καὶ τριακοσίας ἦγεν ἐπ᾽ αὐτοὺς ναῦς ὁπλιτῶν πεπληρωμένας· Βορρᾶς δὲ ἀντιπνεύσας τὰ σκάφη συνέτριψε καὶ τὴν δύναμιν αὐτοῦ τὴν ναυτικὴν ἠφάνισεν. ἐκ δὴ τούτων οἱ Θούριοι τῷ Βορρᾷ ἔθυσαν καὶ ἐψηφίσαντο εἶναι τὸν ἄνεμον πολίτην, καὶ οἰκίαν αὐτῷ καὶ κλῆρον ἀπεκλήρωσαν καὶ καθ᾽ ἕκαστον ἔτος ἐπετέλουν αὐτῷ. οὔκουν Ἀθηναῖοι μόνοι κηδεστὴν αὐτὸν ἐνόμιζον, ἀλλὰ καὶ Θούριοι εὐεργέτην αὐτὸν ἐπέγραψαν. Παυσανίας δέ φησιν ὅτι καὶ Μεγαλοπολῖται.

3) Paus. VIII, 27, 14. ἔμελλε δ᾽ ἄρα οὐχ Ἕλλησιν ὁ Βορέας ἔσεσθαι μόνον τοῖς πᾶσιν ὄφελος, τοῦ Μήδων ναυτικοῦ ταῖς Σηπιάσι προσράξας τὰς πολλάς, ἀλλὰ καὶ Μεγαλοπολίτας ὁ ἄνεμος οὗτος ἐρρύσατο μὴ ἁλῶναι· κατέλυσέ τε γὰρ τὸ μηχάνημα τοῦ Ἄγιδος καὶ διεφόρησεν ἐς ἀπώλειαν παντελῆ βιαίῳ τῷ πνεύματι ὁμοῦ καὶ συνεχεῖ.
Paus. VIII, 36, 6. πεποίηται δὲ ἐν δεξιᾷ τῆς ὁδοῦ Βορέᾳ τῷ ἀνέμῳ τέμενος καὶ οἱ Μεγαλοπολῖται θυσίας θύουσιν ἀνὰ πᾶν ἔτος καὶ θεῶν οὐδενὸς Βορέαν ὕστερον ἄγουσιν ἐς τιμὴν ἅτε σωτῆρα γενόμενόν σφισιν ἀπὸ Λακεδαιμονίων τε καὶ Ἄγιδος.

4) Aristot.: Meteor. II, 5. ὁ δ᾽ ἥλιος καὶ παύει καὶ συνεξορμᾷ τὰ πνεύματα.
Theophr.: De vent. 15. ὁ ἥλιος δοκεῖ καὶ κινεῖν ἀνατέλλων καὶ καταπαύειν τὰ πνεύματα.
Plin.: Hist. nat. II, 129. «*Sol et auget et conprimit flatus;* «*auget exoriens, occidens; conprimit meridianus aestivis* «*temporibus. Itaque medio diei aut noctis plerumque so-* «*piuntur*».

5) Hes.: Theog. 378.

Ἀστραίῳ δ᾽ Ἠὼς Ἀνέμους τέκε καρτεροθύμους,
ἀργέστην Ζέφυρον Βορέην τ᾽ αἰψηροκέλευθον
καὶ Νότον, ἐν φιλότητι θεὰ θεῷ εὐνηθεῖσα.

Siehe auch Philoch. bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 389. No. 30. Nonnos: Dionys. VI, 28—49. Ioannes bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 539, 6. Hygin: Praef. fab. p. 8. ed. Munk. Myth. Vat. I, 183. Nur Hesagoras oder Hereas bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 427. No. 4. macht den Boreas zu einem Sohn des Strymon, offenbar mit Rücksicht darauf, dass Thrakien als seine Heimath galt.

6) Il. XIV, 395.

7) Od. V, 385.

8) Od. XIV, 253. 299.

9) Vita Apoll. IV, 21, 3. ἔδει δ᾽ ἀλλὰ τούτους γ᾽ αἰδεῖσθαι, ξυμμάχους ὄντας καὶ πνεύσαντας ὑπὲρ ὑμῶν μέγα, μηδὲ τὸν Βορέαν κηδεστήν γ᾽ ὄντα καὶ παρὰ πάντας τοὺς ἀνέμους ἄρσενα ποιεῖσθαι θῆλυν.

10) Catull: Carm. XXVI, 3. Propert.: Eleg. IV, 7, 75.

11) Propert.: Eleg. III, 26, 51.

12) Ovid: Met. I, 65.

13) Manil.: Astron. IV, 591.

14) Ovid: Trist. III, 10, 51. Noch ausführlicher spricht Ovid: Metam. VI, 688. dasselbe mit den Worten aus:

Saevitiam et vires iramque animosque minaces.

15) Lucan: Phars. V, 603.

16) Sil. Ital.: Pun. I, 595.

17) Val. Flaccus: Argon. VII, 563.

18) Hygin: Fab. 140. «*At Latonam Jovis jussu ventus* «*Aquilo sublatam ad Neptunum pertulit*».

19) Hom.: Od. IX, 67. Il. XIV, 394. XXIII, 214. Hes.: Op. 507. Hor.: Epod. XIII, 2. Propert.: Eleg. III, 26, 52. Lucan: Phars. V, 600. Sil. Ital.: Pun. I, 592. IV, 244. VII, 569. XIV, 121. Valer. Flacc.: Argon. I, 577.

Wäldern[1]) auszumalen. Mit der ersteren Anschauung hängt die besondere Verehrung zusammen, welche man dem Boreas in Athen und Thurii erwies; mit der letzteren nicht nur die Sage von seiner Liebe zu Pitys[2]), sondern wohl auch der Umstand, dass spätere Schriftsteller die von der Hyakinthos-Sage ursprünglich dem Zephyr zugeschriebene Rolle dem Boreas beilegten[3]).

Der furchtbaren Kraft des Gottes entsprach nach der Vorstellung der Alten die Schnelligkeit seiner Bewegung. Schon Hesiod[4]) zeichnet ihn desshalb durch das Beiwort αἰψηροκέλευθος aus. Andere Dichter benutzen ihn als Beispiel hastigster Bewegung[5]) und eben auf dieser Eigenschaft beruht vorzugsweise auch die Vorstellung, dass er schnellfüssige Pferde erzeugt habe. Nach Homer[6]) begattete er sich mit den Stuten des Erichthonios. Nach Quintus Smyrnaeus[7]) erzeugte er mit einer Erinnys die Pferde Aethon, Phlogios, Konabos und Phobos und nach Nonnos[8]) mit der Sithonischen Harpyie die Pferde des Erechtheus, Xanthos und Podarge[9]).

Er bringt Finsterniss[10]) und schwarze Wolken[11]), die mit Blitz[12]) und Regen[13]) verbunden sind; doch verjagt er auch die Wolken[14]) und macht den Aether

1) Hes.: Op. 508. Virg.: Georg. II, 404. Propert.: Eleg. III, 26, 52. Lucan: Pharsal. I, 389. Val. Flaccus: Argon. I, 577.

2) Libanios: Narr. und Nikolaos: Prog. bei Westermann: Mythogr. Gr. p. 381. No. 60.

3) Servius zu Virg.: Buc. III, 63. Mythogr. Vat. I, 117. II, 181.

4) Theog. 379.

5) Tyrtaeos bei Bergk: Poet. lyr. p. 323. No. 12, 3.

οὐδ' εἰ Κυκλώπων μὲν ἔχοι μέγεθός τε βίην τε,
νικῴη δὲ θέων Θρηΐκιον Βορέην.

Sil. Ital.: Pun. X, 10.

velocius inde
Haemonio Borea pennaque citatior ibat.

6) Il. XX, 223.

τάων καὶ Βορέης ἠράσσατο βοσκομενάων,
ἵππῳ δ' εἰσάμενος παρελέξατο κυανοχαίτῃ·
αἱ δ' ὑποκυσσάμεναι ἔτεκον δυοκαίδεκα πώλους.

Vergleiche Schol. zu Hom.: Od. X, 106. und Porphyr.: De antr. Nymph. 26.

7) Posthom. VIII, 241.

φόρεον δέ μιν ἐς μόθον ἵπποι
Αἴθων καὶ Φλόγιος, Κόναβος δ' ἐπὶ τοῖσι Φόβος τε,
τοὺς Βορέῃ κελάδοντι τέκε βλοσυρῶπις Ἐριννὺς
πῦρ ὀλοὸν πνείοντας.

8) Dion. XXXVII, 155.

ὠκυπόδην δὲ
Ξάνθον ἄγων πρώτιστος ὑπὸ ζυγὰ δῆσεν Ἐρεχθεὺς
ἄρσενα καὶ θήλειαν ἐπεσφήκωσε Ποδάργην,
οὓς Βορέης ἔσπειρεν εὐπτερύγων ἐπὶ λέκτρων
Σιθονίην Ἅρπυιαν ἀελλόπον εἰς γάμον ἕλκων.

9) Damit hängt auch zusammen, was Quint. Smyrn.: Posthom. I, 166. sagt:

ἕζετο δ' ἵππῳ (Πενθεσίλεια)
καλῷ, ὠκυτάτῳ, τόν οἱ ἄλοχος Βορέαο
ὤπασεν Ὠρείθυια πάρος Θρῄκηνδε κιούσῃ
ξείνιον, ὅστε θοῇσι μετέπρεπεν Ἁρπυίῃσι.

10) Hom.: Od. IX, 67.

νηυσὶ δ' ἐπῶρσ' ἄνεμον Βορέην νεφεληγερέτα Ζεὺς
λαίλαπι θεσπεσίῃ, σὺν δὲ νεφέεσσι κάλυψεν
γαῖαν ὁμοῦ καὶ πόντον· ὀρώρει δ' οὐρανόθεν νύξ.

Hom.: Od. XIV, 475. Anthol. Pal. VI, 245, 2. Val. Flaccus: Argon. II, 515.

11) Hom.: Il. XXIII, 213. Hes.: Op. 553. Maximos: Περὶ καταρχ. 420. Sil. Ital.: Pun. I, 594.

12) Ibykos bei Bergk: Poet. lyr. p. 761. No. 1, 6.

ἐμοὶ δ' ἔρος
οὐδεμίαν κατάκοιτος ὥραν, ἅθ' ὑπὸ στεροπᾶς φλέγων
Θρηΐκιος Βορέας.

Ovid: Metam. VI, 696. 708.

13) Theokr.: Idyll. XXV, 89.

ἐρχόμεναι φαίνονθ' ὡσεὶ νέφη ὑδατόεντα,
ἅσσα τ' ἐν οὐρανῷ εἶσιν ἐλαυνόμενα προτέρωσε
ἠὲ Νότοιο βίῃ ἠὲ Θρηκὸς Βορέαο.

Hor.: Epod. XIII, 1. Virg.: Georg. II, 334.

14) Hom.: Il. V, 524.

ὄφρ' εὕδῃσι μένος Βορέαο καὶ ἄλλων
ζαχρηῶν ἀνέμων, οἵτε νέφεα σκιόεντα
πνοιῇσιν λιγυρῇσι διασκιδνᾶσιν ἀέντες.

Ovid: Metam. V, 285. VI, 690. Columella: De re rust. X, 288.

*

klar und rein[1]), so dass ihm die Beiworte *αἰϑρηγένης*[2]) und *αἰϑρηγενέτης*[3]) verliehen werden.

Stets verursacht er Kälte[4]), die häufig mit Schnee, Schlossen und Eis verbunden ist[5]). Darum sollte er dem Helios unterlegen sein, als sich beide Götter darum stritten, welcher von ihnen einen Wanderer eher zwingen würde, seinen Mantel abzulegen[6]). Auch behauptete man, dass in der Nähe einer von ihm bewohnten Höhle eine Pflanze Phrixa wachse, welche kälter sei als Schnee[7]), und bald schrieb man ihm eine Tochter[8]), bald eine Geliebte Namens Chione zu, mit welcher er drei Söhne[9]) oder einen Namens Hyrpax[10]) gezeugt haben sollte.

Als seine Heimath dachte man schon seit den ältesten Zeiten in der Regel Thrakien und die Schriftsteller bezeichnen ihn daher nicht nur gewöhnlich als Thraker[11]), sondern sprechen auch nicht selten davon, dass er in Thrakien wohne, von dort komme oder dorthin zurückkehre[12]).

---

1) **Aristot.**: Meteorol. II, 3, 27. ὁ δὲ Βορέας ἅτε ἀφ' ὑγρῶν τόπων ἀτμιδώδης, διὸ ψυχρός· τῷ δ' ἀπωϑεῖν αἴϑριος ἐνταῦϑα, ἐν δὲ τοῖς ἐναντίοις ὑδατώδης.
Theophr.: De vent. 6. ὁ μὲν γὰρ Νότος ἀεὶ τοῖς ἑαυτοῦ τόποις αἴϑριος, ὁ δὲ Βορέας ὅταν ᾖ χειμὼν μέγας ἐν μὲν τοῖς πλησίον συννεφὴς, ἔξω δ' αἴϑριος.
Orph.: Hymn. LXXX, 3.

Λῦέ τε παννέφελον στάσιν ἠέρος ὑγροκελεύϑου,
ἰκμάσι ῥιπίζων νοτεραῖς ὀμβρηγενὲς ὕδωρ,
αἴϑρια πάντα τιϑείς, ϑαλερόμματον αἰϑέρα τεύχων
ἀκτῖσιν λάμπουσαν ἐπὶ χϑονὸς ἠελίοιο.

2) **Hom.**: Il. XV, 171. XIX, 358.

3) **Hom.**: Od. V, 296.

4) **Hes.**: Op. 514. 547. **Theophr.**: De vent. 54. **Virg.**: Georg. I, 93. II, 404. Von **Ovid**: Trist. I, 2, 29. Metam. VI, 711. **Manilius**: Astron. V, 70. **Lucan**: Phars. V, 601. wird er daher «*gelidus*» genannt.

5) **Hom.**: Il. XV, 170. XIX, 357. Od. XIV, 475. **Eurip.**: Kykl. 329. **Xen.**: Anab. IV, 5, 3. Kyneg. VIII, 1. **Orph.**: Hymn. LXXX, 2. **Theophr.**: De sign. temp. 36. **Plut.**: De primo frig. 11. **Nonn.**: Dion. XXXIX, 186. **Hor.**: Epod. XIII, 2. Od. III, 10, 7. **Ovid**: Metam. VI, 692. **Plin.**: Hist. Nat. II, 126. **Valer. Flaccus**: Argon. VII, 563.

6) **Babrios**: Fab. 13. **Soph.** in der Anth. Pal. To. II. p. 788. No. 90. **Plut.**: Conjug. praec. 12. **Schol. ad Aristoph.**: Ran. 1459. Vielleicht spielt auch **Aristoph.**: Vesp. 1122. auf diese Sage an.

7) **Pseudo-Plut.**: De fluv. 14, 5. μάλιστα δὲ φύεται (βοτάνη φρίξα καλουμένη) παρὰ τὸ Βορέου προσαγορευόμενον ἄντρον. συλλεγομένη δ' ἐστὶ ψυχροτέρα χιόνος.

8) **Apollod.** III, 15, 2. ἡ δὲ (Ὠρείϑυια) γεννᾷ ϑυγατέρας μὲν Κλεοπάτραν καὶ Χιόνην.
Paus. I, 38, 2. τὴν δὲ Χιόνην Βορέου ϑυγατέρα τοῦ ἀνέμου καὶ Ὠρειϑυίας φασὶν εἶναι.
Hygin: Fab. 157. «*Eumolpus ex Chiona Aquilonis filia*».
Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. Ὠρειϑυίας δὲ καὶ Βορέου Χιόνη, Χϑονία, Κλεοπάτρα, Ζήτης καὶ Κάλαϊς. Die hier genannte Chthonia beruht wohl nur auf einer Verwechselung mit einer Tochter des Erechtheus gleichen Namens.

9) **Aelian**: De nat. anim. XI, 1. ἱερεῖς εἰσι τῷδε τῷ δαίμονι Βορέου καὶ Χιόνης υἱεῖς, τρεῖς τὸν ἀριϑμόν.

10) **Pseudo-Plut.**: De fluv. 5, 3. Βορέας δι' ἐρωτικὴν ἐπιϑυμίαν Χιόνην ἁρπάσας, τὴν Ἀρκτούρου ϑυγατέρα, κατήνεγκεν εἴς τινα λόφον Νιφάντην καλούμενον καὶ ἐγέννησεν ἐκ τῆς προειρημένης υἱὸν Ὕρπακα, τὸν διαδεξάμενον Ἡνιόχου τὴν βασιλείαν.

11) **Hes.**: Op. 553. **Tyrtaeos** bei **Bergk**: Poet. lyr. p. 323. No. 12, 4. **Ibykos** bei **Bergk**: Poet. lyr. p. 761. No. 1, 8. **Eurip.**: Kykl. 329. **Theokr.**: Idyll. XXV, 91. **Philoch.** bei **Müller**: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 389, 30. **Apollon. Rhod.**: Argon. I, 214. 1300. II, 427. IV, 1484. Anthol. Pal. VII, 303, 3. **Stephani**: Der ausruh. Herakles p. 281. **Nonn.**: Dion. II, 688. XLVIII, 238. **Ioannes** bei **Müller**: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 539. No. 1, 6. **Tzetzes**: Chil. I, 209. **Hor.**: Epod. XIII, 3. **Lucan**: Pharsal. I, 389. **Sil. Ital.**: Pun. I, 587.

12) **Hom.**: Il. IX, 5. XIII, 230. **Hes.**: Op. 507. **Akusilaos** bei **Müller**: Fragm. hist. To. I. p. 102. No. 23. **Babrios**: Fab. 18, 4. **Apoll. Rhod.**: Argon. I, 213. **Diod.** V, 50. **Orpheus**: Hymn. LXXX, 2. **Himer.**: Orat. I, 18. **Nonn.**: Dion. XXXIX, 182. 382. **Maximos**: Περὶ καταρχ. 421. **Eustath. ad Dion. Perieg.** 423. **Tzetzes**: Chil. XII, 440. **Virg.**: Aen. X, 350. **Ovid**: Heroid. XVI, 343. **Serv. ad Virg.**: Aen. XII, 83. **Philarg. ad Virg.**: Georg. IV, 464. **Interpr. ad Virg.**: Georg. IV, 463. **Lactant.**: Narr. fab. VI, 8.

Dort sollte er eine Höhle bewohnen[1]), welche von Kallimachos[2]) genauer als auf dem Haemos-Gebirge gelegen bezeichnet wird, wesshalb er auch als Vater des Haemos galt[3]) und durch den Beinamen «*Haemonius*» ausgezeichnet wurde[4]).

Andere betonten vielmehr die Σαρπηδονίη πέτρη[5]), die Gebirge Rhodope[6]) oder Panchaeon[7]), so wie die Flüsse Hebros[8]) oder Strymon, indem sie dem Boreas bald den Beinamen Στρυμόνιος gaben[9]), bald von ihm behaupteten, dass er ein Sohn des Strymon sei[10]). Ovid[11]) bezeichnet ihn ein Mal als Herrscher der Ciconen, und Silius Italicus nennt ihn bald «*Geticus*»[12]) bald «*Odrysius*»[13]). In das nahe Makedonien aber verweist ihn Ovid[14]), indem er ihm den Beinamen «*Sithonius*» verleiht.

Daneben jedoch bestand schon seit alter Zeit auch die Vorstellung, dass Boreas seinen Wohnsitz vielmehr in Skythien auf dem Rhipaeischen Gebirge bei den Hyperboreern, den treuen Dienern des Apollon, habe. Schon ein Fragment von der Oreithyia des Sophokles[15]) lässt diese Vorstellung deutlich genug erkennen. Unzweideutiger noch geht sie aus dem hervor, was Hekataeos von Abdera von den Hyperboreern und den Boreaden erzählte[16]). Auch Ephoros brachte den Boreas mit den Skythen in Verbindung[17]). Agathon von Samos[18]) erzählte von einem am Tanais gelegenen ἄντρον Βορέου und Plinius[19]) giebt an,

---

1) Soph.: Antig. 983.
τηλεπόροις δ' ἐν ἄντροις
τράφη θυέλλαισιν ἐν πατρῴαις
Βορεὰς ἅμιππος ὀρθόποδος ὑπὲρ πάγου
θεῶν παῖς.
Sil. Ital.: Pun. VIII, 512.
Non parvus conditor urbi,
Ut fama est, Calais, Boreae quem rapta per auras
Orithyia vago Geticis nutrivit in antris.
Vergleiche Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 826. Διονυσοφάνης δὲ βόθρον φησὶν εἶναι ἐν τῇ Θράκῃ, ἐξ οὗ φυσήματα ἀνέμων γίνεσθαι καὶ μεμυθευθῆναι οὕτω Θρᾴκην ἀνέμων οἰκητήριον.

2) Hymn. in Del. 62.
ὁ μὲν πέδον ἠπείροιο,
ἥμενος ὑψηλῆς κορυφῆς ἔπι Θρήϊκος Αἵμου,
θοῦρος Ἄρης ἐφύλασσε σὺν ἔντεσι· τὼ δέ οἱ ἵππω
ἑπτάμυχον Βορέαο παρὰ σπέος ηὐλίζοντο.
Vergleiche Hymn. in Dian. 114.
Αἵμῳ ἔπι Θρήϊκι· τόθεν Βορέαο καταΐξ
ἔρχεται ἀχλαίνοισι δυσαέα κρυμὸν ἄγουσα.

3) Steph. Byzant.: Ethn. p. 50, 9. ed. Mein. ἐγένετο δὲ ὁ Αἷμος υἱὸς Βορέου καὶ Ὠρειθυίας, ἀφ' οὗ καὶ τὸ ὄρος. Schol. ad Theocr.: Id. VII, 76. Αἷμος, ὄρος Θρᾴκης ἀπὸ Αἵμου τοῦ Βορέου καὶ Ὠρειθυίας.

4) Sil. Ital.: Pun. X, 11.

5) Simonides nnd Pherekydes bei dem Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. τὴν δὲ Ὠρείθυιαν Σιμωνίδης ἀπὸ Βριλησσοῦ φησιν ἁρπαγεῖσαν ἐπὶ τὴν Σαρπηδονίαν πέτρην τῆς Θρᾴκης ἐνεχθῆναι. — περὶ δὲ τῆς Θρᾳκίας Σαρπηδονίας πέτρας, ὅτι πρὸς τῷ Αἵμῳ ὄρει ἐστὶ, Φερεκύδης φησὶ, περὶ τῆς ἁρπαγῆς ἱστορῶν τῆς Ὠρειθυίας.
Apoll. Rhod.: Argon. I, 216.
καί μιν ἄγων ἕκαθεν, Σαρπηδονίην ὅθι πέτρην
κλείουσιν.

6) Sil. Ital.: Pun. XIV, 121.
Non aliter Boreas, Rhodopes a vertice praeceps
Quum sese inmisit, decimoque volumine pontum
Expulit in terras.

7) Valer. Flaccus: Argon. I, 575. 598.

8) Valer. Flaccus: Argon. II, 515.

9) Kallimach.: Hymn. in Del. 26.

10) Hesagoras oder Hereas bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 427. No. 4.

11) Metam. VI, 710.

12) Pun. IV, 244. Dasselbe findet sich bei Statius: Theb. XII, 631.

13) Pun. VII, 570.

14) Heroid. XI, 13. Vergl. Nonnos: Dion. XXXVII, 159.

15) Strabo VII, 295. οὐδὲ γὰρ εἴ τινα Σοφοκλῆς τραγῳδεῖ περὶ τῆς Ὠρειθυίας λέγων ὡς ἀναρπαγεῖσα ὑπὸ Βορέου κομισθείη
ὑπέρ τε πόντον πάντ' ἐπ' ἔσχατα χθονὸς
νυκτός τε πηγὰς οὐρανοῦ τ' ἀναπτυχὰς
Φοίβου παλαιὸν κῆπον.

16) Diod. II, 47. Aelian: De nat. an. XI, 1.

17) Müller: Fragm. hist. gr. To. I. p. 243. No. 38.

18) Pseudo-Plut.: De fluv. 14, 5.

19) Hist. nat VII, 10. « *Sed et juxta eos qui sunt ad septentrionem versi, haud procul ab ipso Aquilonis exortu*

dass diese Höhle in der Nähe des γῆς κλεῖθρον bei den Arimaspen und Greifen gelegen sei. Auch Ovid[1]) versetzt den Boreas zu den Skythen, Lucan[2]) nennt ihn «*Scythicus*» und Servius[3]) versichert, dass er von den Hyperboreern komme.

Vereinzelt steht die Anschauung des Kleanthes, welcher den Kaukasos als Heimath des Boreas dachte und behauptete, dass dieses Gebirge ursprünglich Βορέου κοίτη genannt worden sei[4]).

In Betreff der Körperformen und der übrigen äusseren Erscheinung des Boreas sind die Aeusserungen der alten Schriftsteller überaus dürftig. Doch legen sie ihm ausdrücklich, wie den übrigen Windgöttern, Flügel bei[5]), eine Vorstellung, aus welcher augenscheinlich auch die Sage, dass er den Musaeos fliegen gelehrt habe[6]), hervorgegangen ist. Ausserdem schreibt ihm Ovid[7]) ein Mal ein langes schleppendes Gewand zu und auch an Hindeutungen darauf, dass man ihn bärtig dachte, fehlt es nicht ganz[8]).

Dass die Athener Boreas durch ein Heiligthum und regelmässig wiederkehrende Feste ehrten, wurde schon erwähnt[9]). Sie gaben jedoch ihrem Glauben an einen besonders engen Zusammenhang mit diesem Windgott und an eine besondere Gunst, welche er ihnen gewähre, auch noch in anderer Weise Ausdruck.

Ihrem Stammheros Erechtheus schrieben sie eine Tochter Oreithyia zu[10]), welche, wie ihr Name zeigt, der doch wohl Bergdurchstürmerin bedeutet[11]), ihrem Wesen nach dem Boreas nahe verwandt war, und zugleich erzählten sie, dass der wüthende Nordwind sie gewaltsam mit sich in sein Heimathland Thrakien entführt und dort mit ihr Kinder gezeugt habe[12]).

«*specuque ejus dicto, quem locum* γῆς κλεῖθρον *appellant,* «*produntur Arimaspi quos diximus*».

1) Metam. I, 64.

Scythiam septemque trionem
Horrifer invasit Boreas.

2) Phars. V, 603.

3) Ad Virg.: Aen. X, 350. «*Aut certe in Hyperboreis* «*montibus natos, unde est origo venti Boreae*». Ad Virg.: Aen. XII, 366. «*unde flat Boreas, cum certum* «*sit, eum de Hyperboreis montibus flare*».

4) Pseudo-Plut.: De fluv. 5, 3.

5) Ovid: Metam. VI, 703. 707. 708. 713. Trist. III, 10, 45. Val. Flaccus: Argon. I, 577. Sil. Italicus: Pun. I, 589. XIV, 124. Nonnos: Dion. I, 135. XXXVII, 158. 642. Lactant.: Narr. fab. VI, 8.

6) Paus. I, 22, 7. ἐγὼ δὲ ἔπη μὲν ἐπελεξάμην ἐν οἷς ἐστὶ πέτεσθαι Μουσαῖον ὑπὸ Βορέου δῶρον, δοκεῖν δέ μοι, πεποίηκεν αὐτὰ Ὀνομάκριτος.

7) Metam. VI, 705.

Pulvereamque trahens per summa cacumina pallam
Verrit humum.

8) Philostr.: Vita Apoll. IV, 21, 3. μηδὲ τὸν Βορέαν κηδεστήν γ' ὄντα καὶ παρὰ πάντας τοὺς ἀνέμους ἄρσενα ποιεῖσθαι θῆλυν. Vergleiche auch Ovid: Metam. VI, 715.

9) Siehe oben p. 1.

10) Simonides bei Bergk: Poet. lyr. p. 866. No. 3. Herod. VII, 189. Phanodemos bei Müller: Fragm. hist. Graec. To. I. p. 366. No. 3. Philochoros bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 389. No. 30. Apollod. III, 15, 1. Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. Diod. IV, 43. Orpheus: Argon. 220. Nonnos: Dionys. XXXVII, 160. 640. XXXIX, 113. 174. Apostol.: Proverb. XIV, 7. Suidas: γαμβρός. Eustath. ad Dion. Perieg. 424. Ovid: Metam. VI, 677 — 721. VII, 695. Heroid. XVI, 343. Fast. V, 204. Hygin: Fab. 14. Philarg. ad Virg.: Georg. IV, 464. Interpr. ad Virg.: Georg. IV, 463. Lactant.: Narr. fab. VI, 8. Mythogr. Vat. I, 26. 204. II, 142. Nur Steph. Byzant.: Ethn. p. 287, 15. ed. Mein. und der Schol. zu Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. nennen Kekrops als Vater der Oreithyia. Eine Umschreibung des Erechtheus aber liegt zu Grunde, wenn ihn Servius ad Virg.: Aen. XII, 83. Terrigena nennt.

11) Etym. M. p. 823, 43. Ὠρείθυια· παρὰ τὴν ὄρει δοτικὴν καὶ τὸ θύω, τὸ ὁρμῶ, γίνεται ὠρείθυια, κατ' ἔκτασιν τοῦ ο εἰς ω.

12) Ob bei dieser Sagen-Bildung, wie Welcker: Denkm. Th. III. p. 156. und Preller: Griech. Myth. Th. II. p. 149. annehmen, eine Rücksicht gerade auf die von Hesiod:

Gewöhnlich wird uns das Ufer des Ilissos als der Ort bezeichnet, an welchem Boreas seine Geliebte erfasste [1]), während sie dort spielte [2]) oder tanzte [3]). Andere verlegten den Raub auf den Areopag [4]); Simonides [5]) auf den Brilessos. Nach Akusilaos [6]) näherte sich die Königstochter eben als *κανηφόρος* dem Heiligthum der Athena auf der Akropolis, als sie von dem furchtbaren Windgott ergriffen wurde, und Choerilos [7]) dachte sie sich am Ufer des Kephissos Blumen einsammelnd [8]).

Noch häufiger gedenken die alten Schriftsteller dieses Raubes in kürzeren oder ausführlicheren Ausdrücken ohne nähere Bestimmungen der genannten Art hinzuzufügen [9]).

Op. 547—553. geschilderte Natur-Erscheinung zu Grunde liege, will ich unentschieden lassen.

1) Dion. Perieg. 424.

τοῦ διὰ θεσπεσίου φέρεται ῥόος Ἰλισσοῖο,
ἔνθεν καὶ Βορέης πότ' ἀνήρπασεν Ὠρείθυιαν.

Orpheus: Argon. 219.

δισσὸν δ' αὖ Βορέου καλὸν στάχυν εἰσενόησα,
οὓς τέκ' Ἐρεχθῆος κούρη κλυτὸς Ὠρείθυια,
Ἰλισσοῦ παρὰ χεῦμα θεοῦ φιλότητι μιγεῖσα.

Nonnos: Dion. XXXIX, 190.

Ἰλισσὸν δὲ γέραιρε γαμοστόλον, ὁππόθι κούρην
Ἀτθίδα σὴν παράκοιτιν ἀνήρπασαν ἅρπαγες αὖραι
ἑζομένην ἀτίνακτον ἀκινήτῳ σέθεν ὤμῳ.

Statius: Theb. XII, 630.

et raptae qui conscius Orythiae
Celavit Geticos ripis Ilissos amores.

Avienus: Descr. orb. 585.

Ilissi Boreas stagno tulit Orithyam.

Myth. Vat. II, 142. «*filios Boreae et Orithyiae, Erechthei* «*filiae, quam Boreas e flumine Ilisso rapuit*».

2) Platon: Phaedr. 229, B. Φ. Εἰπέ μοι, ὦ Σώκρατες, οὐκ ἐνθένδε μέντοι ποθὲν ἀπὸ τοῦ Ἰλισσοῦ λέγεται ὁ Βορέας τὴν Ὠρείθυιαν ἁρπάσαι; Σ. Λέγεται γάρ. Φ. Ἆρ' οὖν ἐνθένδε; χαρίεντα γοῦν καὶ καθαρὰ καὶ διαφανῆ τὰ ὑδάτια φαίνεται καὶ ἐπιτήδεια κόραις παίζειν παρ' αὐτά. Σ. Οὔκ, ἀλλὰ κάτωθεν ὅσον δύ' ἢ τρία στάδια, ᾗ πρὸς τὸ τῆς Ἄγρας διαβαίνομεν· καὶ πού τις ἔστι βωμὸς αὐτόθι Βορέου. Φ. Οὐ πάνυ νενόηκα· ἀλλ' εἰπέ, πρὸς Διός, ὦ Σώκρατες, σὺ τοῦτο τὸ μυθολόγημα πείθει ἀληθὲς εἶναι; Σ. Ἀλλ' εἰ ἀπιστοίην, ὥσπερ οἱ σοφοί, οὐκ ἂν ἄτοπος εἴην· εἶτα σοφιζόμενος φαίην αὐτὴν πνεῦμα Βορέου κατὰ τῶν πλησίον πετρῶν σὺν Φαρμακείᾳ παίζουσαν ὦσαι, καὶ οὕτω δὴ τελευτήσασαν λεχθῆναι ὑπὸ τοῦ Βορέου ἀνάρπαστον γεγονέναι· ἢ ἐξ Ἀρείου πάγου· λέγεται γὰρ αὖ καὶ οὗτος ὁ λόγος, ὡς ἐκεῖθεν, ἀλλ' οὐκ ἐνθένδε, ἡρπάσθη. Vergleiche Theon: Progymn. 6.

Apollod. III, 15, 2. Ὠρείθυιαν δὲ περῶσαν (l. παίζουσαν) ἐπὶ Ἰλισσοῦ ποταμοῦ ἁρπάσας Βορέας συνῆλθεν.

Paus. I, 19, 5. ὁ δὲ Εἰλισσός ἐστιν οὗτος ἔνθα παίζουσαν Ὠρείθυιαν ὑπὸ ἀνέμου Βορέου φασὶν ἁρπασθῆναι καὶ συνοικεῖν Ὠρειθυίᾳ Βορέαν καί σφισι διὰ τὸ κῆδος ἀμύναντα τῶν τριήρων τῶν βαρβαρικῶν ἀπολέσαι τὰς πολλάς.

Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. ὁ δὲ Βορέας ἰδὼν Ὠρείθυιαν παίζουσαν ἐν τῷ Ἰλισσῷ ἠράσθη αὐτῆς.

3) Apoll. Rhod.: Argon. I, 213.

ἔνθ' ἄρα τήν γε
Θρηΐκιος Βορέης ἀνερείψατο Κεκροπίηθεν,
Ἰλισσοῦ προπάροιθε χορῷ ἔνι δινεύουσαν.

Maximos: Περὶ καταρχ. 417.

οὓς ὑποκυσαμένη ῥαδινὴ τέκεν Ὠρείθυια,
ὁππότε μιν χορὸν ἁγνὸν ἐπ' Ἰλισσοῖο ῥοῇσιν
ἱσταμένην Βορέης ἀνερείψατο.

Tanzend denkt sie auch Philostratos: Vita Apoll. IV, 21, 3. οὐδὲ γὰρ τῆς Ὠρειθυίας ἐραστὴς ἄν ποθ' ὁ Βορέας ἐγένετο, εἰ κἀκείνην ὀρχουμένην εἶδε.

4) Platon: Phaedr. 229, D.

5) Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. τὴν δὲ Ὠρείθυιαν Σιμωνίδης ἀπὸ Βριλησσοῦ φησὶν ἁρπαγεῖσαν ἐπὶ τὴν Σαρπηδονίαν πέτραν τῆς Θρᾴκης ἐνεχθῆναι. Siehe Bergk: Poet. lyr. p. 866. No. 3.

6) Schol. ad Hom.: Od. XIV, 533. Ἐρεχθεὺς ὁ τῶν Ἀθηναίων βασιλεὺς ἴσχει θυγατέρα τοὔνομα Ὠρείθυιαν κάλλει διαπρεπεστάτην. κοσμήσας ταύτην ποτὲ πέμπει κανηφόρον θύσουσαν εἰς τὴν ἀκρόπολιν τῇ Πολιάδι Ἀθηνᾷ. ταύτης δὲ ὁ Βορέας ἄνεμος ἐρασθεὶς, λαθὼν τοὺς βλέποντας καὶ φυλάσσοντας τὴν κόρην ἥρπασεν καὶ διακομίσας εἰς Θρᾴκην ποιεῖται γυναῖκα. Siehe Müller: Fragm. hist. gr. To. I. p. 102. No. 23.

7) Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. Χοιρίλος δὲ ἁρπασθῆναι φησὶν αὐτὴν ἄνθη ἀμέλγουσαν (l. ἀμέργουσαν) ὑπὸ τὰς τοῦ Κηφισσοῦ πηγάς.

8) Durch Cicero: De leg. I, 1, 3. erfahren wir, dass sich das Haus des Atticus in der Nähe eines dieser Orte befand.

9) Pherekydes bei Müller: Fragm. hist. gr. To. I. p. 97. No. 104. Philochoros bei Müller: Fragm. hist. gr. To. I. p. 389. No. 30. Lukian: Philops. 3. Porphyr.: De antro Nymph. 26. Iamblichos: De Pythag. vita 34. Himer.: Orat. I, 18. Heraclit.: De incred. 28. Nonnos: Dionys. I, 134. XI, 454. XXXVII, 160. XXXIX, 113. Hesagoras oder Hereas bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 427. No. 4. Ioannes bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 539. Tzetzes: Chil. I, 209. Eustath.

Die Athener aber pflegten sich in Folge dieser Sage ihrer Verwandtschaft mit Boreas besonders zu rühmen[1]) und namentlich behaupteten sie, dass sich ein Spruch des Delphischen Orakels, welcher ihnen vorschrieb, zur Abwehr der Persischen Flotte «*den Schwie*-«*gersohn*» herbei zu rufen[2]), bewährt habe, indem der furchtbare Windgott diese gewaltige Flotte in der That vernichtete[3]).

Ihre beiden grössten Tragiker, Aeschylos[4]) und Sophokles[5]), behandelten die Sage von Boreas und Oreithyia in eigenen Dramen und noch in später Zeit scheint der Liebeskampf des Windgottes mit seiner Geliebten zu den von der Orchestik besonders gern gewählten Vorwürfen gehört zu haben[6]).

Auch die bildende und zeichnende Kunst liess sich einen so dankbaren Vorwurf schon seit alter Zeit nicht entgehen. An der Lade des Kypselos sah man eine Darstellung jenes Raubes[7]) und Nonnos[8]) deutet darauf hin, dass die attischen Frauen Bilder derselben Art ihren Gewändern einzuweben pflegten Bis auf unsere Zeit aber hat sich eine namhafte Zahl von Vasengemälden mit rothen Figuren und ein Bronze-Relief erhalten, welche dieselbe Scene vorführen. Ich gebe hier ein möglichst vollständiges Verzeichniss:

I. Vasengemälde.

1. Kön. Museum in München. Rev. étr. p. 10, 33. De Witte: Catal. étr. No. 105. Nouv. Ann. de l'Inst. arch. Atl. Pl. 22. 23. Jahn: Vasens. König Ludwigs No. 376.

2. Kön. Museum in München. Jahn: Vasens. König Ludwigs No. 748.

3. Kön. Museum in Berlin. Nouv. Ann. de l'Inst. arch. To. II. Pl. H. Gerhard: Neuerworb. Denkm. No. 1602. Etr. und Kamp. Vasenb. Taf. 26—29.

4. Britisches Museum. De Witte: Catal. Durand No. 213. Hawkins: Vas. gr. of the brit. Mus. No. 870.

---

ad Hom. p. 1131, 9. ad Dion. Perieg. 424. Propert.: Eleg. III, 26, 51. IV, 7, 13. Ovid: Metam. VI. 677—721. VII, 695. Amor. I, 6, 53. Fast. V, 203. Sil. Ital.: Pun. VIII, 513. Serv. ad Virg.: Aen. XII, 83. Georg. IV, 463. Philarg. ad Virg.: Georg. IV, 464. Interpr. ad Virg.: Georg. IV, 463. Lactant.: Narr. fab. VI, 8. Myth. Vat. I, 204.

1) Philostr.: Vita Apoll. IV, 21, 3. Aelian: Var. hist. XII, 61. Himer.: Orat. I, 18. Nonn.: Dion. XXXVII, 161. 640. XXXIX, 113. 174. Suidas: Ἐφέται. Γαμβρός.

2) Herod. VII, 189. λέγεται δὲ λόγος, ὡς Ἀθηναῖοι τὸν Βορῆν ἐκ θεοπροπίου ἐπεκαλέσαντο, ἐλθόντος σφι ἄλλου χρηστηρίου τὸν γαμβρὸν ἐπίκουρον καλέσασθαι. Βορῆς δὲ κατὰ τὸν Ἑλλήνων λόγον ἔχει γυναῖκα Ἀττικὴν, Ὠρειθυίην τὴν Ἐρεχθῆος. κατὰ δὴ τὸ κῆδος τοῦτο οἱ Ἀθηναῖοι, ὡς φάτις ὥρμηται, συμβαλλεόμενοί σφι τὸν Βορῆν γαμβρὸν εἶναι καὶ ναυλοχέοντες τῆς Εὐβοίης ἐν Χαλκίδι, ὡς ἔμαθον αὐξόμενον τὸν χειμῶνα, ἢ καὶ πρὸ τούτου, ἐθύοντό τε καὶ ἐπεκαλέοντο τόν τε Βορῆν καὶ τὴν Ὠρειθυίην, τιμωρῆσαί σφι καὶ διαφθεῖραι τῶν βαρβάρων τας νέας, ὡς καὶ πρότερον περὶ Ἄθων. εἰ μέν νυν διὰ ταῦτα τοῖσι βαρβάροισι ὁρμέουσι ὁ βορῆς ἐπέπεσε, οὐκ ἔχω εἶπαι· οἱ δ' ὦν Ἀθηναῖοί σφι λέγουσι βοηθήσαντα τὸν Βορῆν πρότερον καὶ τότε ἐκεῖνα κατεργάσασθαι.

3) Paus. I, 19, 5. VIII, 27, 14. Philostr.: Vita Apoll. IV, 21, 3. Suidas: Ἐφέται. Βορᾶς. Schol. ad Arist.: Vesp. 1122. Wahrscheinlich hatte auch Simonides (Bergk: Poet. lyr. p. 866. No. 3.) hiervon gesprochen.

4) Fragm. No. 275. ed. Nauck.

5) Fragm. No. 658. ed. Nauck.

6) Lukian: De salt. 40. ἐξαιρέτως δὲ — καὶ ὅσα περὶ Βορέου καὶ ὅσα περὶ Ὠρειθυίας.

7) Paus. V, 19, 1. τέταρτα δὲ ἐπὶ τῇ λάρνακι ἐξ ἀριστερᾶς περιιόντι Βορέας ἐστὶν ἡρπακὼς Ὠρείθυιαν· οὐραὶ δὲ ὄφεων ἀντὶ ποδῶν εἰσὶν αὐτῷ.

8) Dionys. XXXIX, 188.

μνώεο Κεκροπίης εὐπαρθένου, ἧχι γυναῖκες
κερκίδι ποικίλλουσι τεῶν ὑμέναιον ἐρώτων.

5. Im Besitz der Miss Gordon in London. Gerhard: Auserl. Vasenb. Th. III. p. 13. No. K. Wahrscheinlich identisch mit den in den Ann. dell' Inst. arch. To. III. p. 152. Note 388. und im Bull. dell' Inst. arch. 1839. p. 71. erwähnten Vasen.

6. National-Museum in Paris. Catal. del Mus. Campana IV, 78.

7. Ehemals im Besitz des Marschals Soult. Millin: Peint. de vas. To. II. Pl. 5. Inghirami: Vasi fitt. Tav. 121.

8. Ehemals in der Sammlung Durand. De Witte: Catal. Durand No. 211. Raoul-Rochette: Mon. Inéd. Pl. 44 B.

9. Ehemals in der Sammlung Durand. De Witte: Catal. Durand No. 212. Catal. Beugnot No. 40. Raoul-Rochette: Mon. Inéd. Pl. 44 A.

10. Ehemals in der zweiten Hamilton'schen Sammlung. Tischbein: Engrav. To. III. Pl. 31. Hirt: Bilderb. Taf. 18, 2. Millin: Gal. myth. Pl. 80. No. 314. Guigniaut: Rel. de l'ant. Pl. 138. No. 529.

11. Ehemals in der Sammlung Pizatti. Roulez: Mél. d'arch. Cah. III. No. 11. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 152, 3. 4.

12. Ann. dell' Inst. arch. To. XV. Tav. d'agg. O. Wieseler: Denkm. Th. II. No. 878.

13. Sammlung Ciai in Chiusi. Bull. dell' Inst. arch. 1859. p. 104. Ann. dell' Inst. arch. To. XXXII. Tav. d'agg. L.

14. Vatican. Arch. Intelligenzbl. 1837. p. 71. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 152, 1. 2.

15. Ehemals im Besitz des Kunsthändlers Basseggio zu Rom. Welcker: Denkm. Th. III. p. 185. No. 7. Vielleicht identisch mit einer Vase, welche sich früher in der Sammlung Canino befand, Bull. dell' Inst. arch. 1840. p. 54.

16. Im Besitz des Kunsthändlers Castellani. Bull. dell' Inst. arch. 1865. p. 216.

17. In Capua. Arch. Zeit. 1848. p. 205.

18. Sammlung Simmaco in Capua. Bull. dell' Inst. arch. 1868. p. 137.

19. Kön. Museum in Neapel. Gerhard: Neapels ant. Bildw. p. 252. No. 1684. Mus. Borbon. To. V. Tav. 35.

20. Kön. Museum in Neapel. Gerhard: Neap. ant. Bildw. p. 377. No. 2008.

21. Im Besitz des Kunsthändlers Barone in Neapel. Bull. dell' Inst. arch. 1862. p. 129.

22. Sammlung Primicerio in Nocera. Bull. Napol. Nuova Ser. To. V. Tav. 2.

23. Sammlung Calefatti in Nola. Archaeol. Zeit. 1845. Taf 31, 1.

24. Sammlung Amati in Potenza. Bull. dell' Inst. arch. 1853. p. 162.

25. Im Besitz der archaeol. Gesellschaft in Athen. Heydemann: Vasenbilder Taf. 1, 1.

II. Relief.

26. Henkel eines Bronze-Gefässes. Newton: Travels in the Levant To. I. Pl. 15.

Von diesen Kunstwerken geben uns die beiden mit No. 1 und 3 bezeichneten Vasengemälde über ihre Beziehung auf Boreas und Oreithyia durch die beigefügten Inschriften

vollkommene Gewissheit und auch in Betreff der meisten übrigen wird diese Bedeutung nicht leicht von Jemandem in Zweifel gezogen werden. Doch glaubten Raoul-Rochette und Welcker[1]) in den Vasengemälden No. 9 und 12 nicht Boreas und Oreithyia, sondern Thanatos dargestellt zu sehen, welcher ein Mädchen gewaltsam der Unterwelt zuführt, und folgerichtig müsste auch das Vasengemälde No. 24, welches dem mit No. 12 bezeichneten vollständig entspricht, in derselben Weise aufgefasst werden. Allein eben diese beiden Gemälde (No. 12 und 24) machen eine solche Auffassung schon dadurch ganz unwahrscheinlich, dass das geraubte Mädchen augenscheinlich gar nicht als eine Todte, sondern als eine Lebendige gedacht ist, welche sich in der heftigsten Weise gegen die ihr angethane Gewalt sträubt. Denn dies ist wohl in den Darstellungen des Raubes der Kore zulässig, da diese nicht wirklich stirbt, nicht aber bei einer andern Frau, welche in der That als eine Sterbende dargestellt werden soll.

Nicht so deutlich mag dieselbe Absicht beim ersten Anblick in dem Gemälde No. 9 ausgesprochen zu sein scheinen, da hier das gewaltsam fortgetragene Mädchen den Oberkörper nach vorn niederbeugt, so dass man, wenn man nur dies in das Auge fasst, wohl auch an ein Zusammenbrechen im Tode denken könnte. Beachtet man jedoch, dass das Mädchen zugleich mit den Beinen kräftig auszuschreiten und mit den vorgehaltenen Armen und Händen sich zu vertheidigen sucht, so erkennt man leicht, dass auch der Verfertiger dieses Gemäldes keineswegs eine dem Tode Verfallene darstellen wollte.

Anders verhält es sich mit der Darstellung auf einem Carneol der kön. Sammlung in Berlin, welche Tölken ebenfalls auf Boreas und Oreithyia bezogen hat[2]). Vor einem bärtigen, in steifer Haltung ruhig stehenden Flügelmann sieht man eine mit einem Chiton bekleidete Frau in einer Stellung niedergesunken, welche sie unzweideutig als eine Schlafende oder Todte bezeichnet. Schon dadurch also wird die Voraussetzung, dass der Künstler Boreas und Oreithyia im Sinne gehabt habe, völlig unmöglich gemacht. Dazu kommt aber noch, dass dem in gemässigt alterthümlichem Stil, wahrscheinlich von einem etruskischen Künstler ausgeführten Bilde augenscheinlich dasselbe Original zu Grunde liegt, auf welches auch ein anderes, nur durch eine wohl moderne Glaspaste[3]) bekanntes Gemmen-Bild zurückzuführen ist. Auch da sieht man, in sehr ähnlichem Stil ausgeführt, einen bärtigen, mit einem langen Untergewand bekleideten Flügel-Mann in ganz gleicher, steifer Haltung vor einer schlafend oder todt auf den Erdboden hingestreckten Frauengestalt stehen. Doch ist er hier von vier auf die Todte niederfallenden Blitzen umgeben und schon Winckelmann hat daher offenbar mit Recht die Meinung ausgesprochen, dass Semele und Zeus gemeint seien, den der etruskische Verfertiger nach der bekannten Vorliebe der Etrusker mit Flügeln ausgestattet habe. Dass aber hiernach natürlich auch das Bild des Carneols in

1) Alte Denkm. Th. III. p. 165.

2) Ficoroni: Gemm. litt. To. II. Tab. 8. Winckelmann: Pierr. gr. du feu Stosch p. 55. No. 136. Raspe: Catal. No. 1148. Pl. 22. Tölken: Verzeichn. p. 69. No. 125.

3) Winckelmann: Pierr. gr. du feu Stosch p. 53. No. 135. Raspe: Catal. No. 1147. Pl. 22. Tölken: Verzeichn. p. 64. No. 90.

gleicher Weise aufzufassen ist, hat Winckelmann ebenfalls schon ganz richtig bemerkt[1]).

Nicht weniger würde es sich von selbst verstehen, dass ein von Welcker auf Boreas und Oreithyia bezogenes Vasengemälde, welches einen Jüngling in phrygischer Kleidung darstellt, der auf einem Zweigespann ein Mädchen entführt[2]), eine andere Bedeutung haben müsse, selbst wenn wir gegenwärtig nicht noch überdies wüssten, dass das ganze Gemälde bis auf die Pferde auf moderner Restauration beruht[3]).

Sehr beachtenswerth ist es, dass dem Boreas an der schon erwähnten Kypseliden-Lade[4]) nicht, wie in späteren Zeiten ohne Ausnahme, menschliche Beine und Füsse verliehen waren, sondern statt derselben Schlangen-Schwänze. Ohne Zweifel war diese Vorstellung von dem ihm so nahe verwandten Typhon entlehnt, den man in derselben Weise zu denken pflegte[5]). Während sie jedoch bei diesem auch später festgehalten wurde, gab man sie, wie alle übrigen uns bekannten Kunstwerke beweisen, in Bezug auf Boreas später gänzlich auf und begnügte sich, sein wildes, gewaltthätiges Wesen in anderer, gemässigterer Weise zur Anschauung zu bringen.

Ausdrücklich wird uns dies von Zeuxis berichtet[6]) und damit stimmen auch alle uns erhaltenen Kunstwerke, sowohl die in das obige Verzeichniss aufgenommenen, als auch die an dem Thurm des Kyrrhestes in Athen angebrachte und durch die beigefügte Inschrift vollkommen gesicherte Darstellung des Boreas, überein[7]).

Stets finden wir ihn nicht nur bärtig gebildet, sondern auch mit reichem Haupthaar ausgestattet, dem meistens, ganz besonders in den Vasengemälden No. 1 und 3, eine mehr oder weniger wilde, struppige Form gegeben ist. Nur ein Künstler, von welchem das Vasengemälde No. 13 herrührt, hat ihm sogar einen Kopf mit zwei Gesichtern verliehen, von denen das eine vor-, das andere rückwärts gewendet ist, offenbar mit Rücksicht auf die Behauptung der Alten, dass der von Norden wehende Wind sich unter gewissen Um-

---

1) Vergleichen kann man auch einen durch Raspe: Catal. No. 759. Pl. 14. bekannten etruskischen Sard, der sich früher in Townley's Besitz befand und einen bärtigen Flügel-Mann, wohl Hypnos, mit Herakles oder Theseus in sehr ähnlicher Weise gruppirt zeigt.

2) Mon. pubbl. dall' Inst. arch. To. VI. Tav. 10. Ann. dell' Inst. arch. To. XXIX. p. 206. 358. Noël de Vergers: Étrurie Pl. 5. Welcker: Alte Denkm. Th. V. p. 318. Taf. 21.

3) Archaeol. Zeit. 1867. p. 104.

4) Siehe oben p. 8.

5) Apollod. I, 6, 3. οὗτος μὲν (Τυφὼν) καὶ μεγέθει καὶ δυνάμει πάντων διήνεγκεν, ὅσους ἐγέννησε Γῆ. ἦν δὲ αὐτῷ τὰ μὲν ἄχρι μηρῶν ἄπλετον μέγεθος ἀνδρόμορφον, ὥστε ὑπερέχειν μὲν πάντων τῶν ὀρῶν· ἡ δὲ κεφαλὴ πολλάκις τῶν ἄστρων ἔψαυε. χεῖρας δὲ εἶχε, τὴν μὲν ἐπὶ τὴν ἑσπέραν ἐκτεινομένην, τὴν δὲ ἐπὶ τὰς ἀνατολάς· ἐκ τούτων δὲ ἐξεῖχον ἑκατὸν κεφαλαὶ δρακόντων. τὰ δὲ ἀπὸ μηρῶν, σπείρας εἶχεν ὑπερμεγέθεις ἐχιδνῶν, ὧν ὁλκοὶ πρὸς αὐτὴν ἐκτεινόμενοι κορυφὴν συριγμὸν πολὺν ἐξίεσαν. πᾶν δὲ αὐτοῦ τὸ σῶμα κατεπτέρωτο· αὐχμηραὶ δὲ ἐκ κεφαλῆς καὶ γενείων τρίχες ἐξηνεμοῦντο· πῦρ δὲ ἐδέρκετο τοῖς ὄμμασι. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 237.

6) Lukian: Tim. 54. οὐ Θρασυκλῆς ὁ φιλόσοφος οὗτός ἐστιν; οὔμενουν ἄλλος· ἐκπετάσας γοῦν τὸν πώγωνα καὶ τὰς ὀφρῦς ἀνατείνας καὶ βρενθυόμενός τι πρὸς αὑτὸν ἔρχεται, τιτανῶδες βλέπων, ἀνασεσοβημένος τὴν ἐπὶ τῷ μετώπῳ κόμην, Αὐτοβορέας τις ἢ Τρίτων, οἵους ὁ Ζεῦξις ἔγραψεν.

7) Stuart: Ant. of Athens To. I, 3. Pl. 12. Hirt: Bilderbuch Taf. 17. Millin: Gal. myth. Pl. 76. No. 316. Dalton: Ant. of Grece Pl. 54—57. Horner: Bilder des Alterth. Taf. 72. Guigniaut: Rel. de l'ant. Pl. 136. No. 531.

ständen auch umwende und in der gerade entgegengesetzten Richtung nach Norden zurück wehe, was sie Παλιμβορέας nannten[1]).

Auch finden wir Boreas, wie die übrigen Winde, ohne Ausnahme mit grossen Schulterflügeln ausgestattet. Der Künstler, von welchem das Vasengemälde No. 3 herrührt, hat noch überdies kleinere Flügel an den Knöcheln angebracht und andere Vasengemälde[2]) zeigen dieselben an den hohen Stiefeln befestigt, welche dem Boreas eigenthümlich sind. Doch trägt er als barbarischer Thraker diese Stiefeln, auch ohne dass sie mit Flügeln versehen sind[3]).

In derselben Eigenschaft trägt er auch fast stets einen kurzen, zuweilen mit langen Aermeln versehenen Chiton[4]). Nur in dem Vasengemälde No. 9 hat er statt desselben ein Fell um den Hals geknüpft und der Verfertiger des Vasengemäldes No. 11 hat ihm nicht nur in der auch von Ovid angedeuteten Weise[5]) einen langen, auf dem Erdboden schleppenden Mantel, sondern auch eine eigenthümliche, sich der Form einer phrygischen Mütze nähernde Kopfbedeckung verliehen. Ganz nackt hat ihn, so viel wir sehen können, nur ein Vasenmaler (No. 12) gebildet.

Ebenfalls nur ein Mal, in dem Vasengemälde No. 3, finden wir ihn mit einem Schwert ausgerüstet. Auch verdient die gewundene Muschel besondere Beachtung, mit deren Hülfe der Gott am Thurm des Kyrrhestes den gewaltigen Nordwind hervorbringt. Denn während die spätere Kunst dieses Attribut jedem beliebigen Windgott verlieh, scheint man es früher als eine Eigenthümlichkeit des Boreas betrachtet zu haben, da es in den Reliefs jenes Thurms keinem der übrigen Windgötter in die Hand gegeben ist und auch Aeusserungen der Schriftsteller wenigstens auf eine sehr ähnliche Darstellungsweise des Boreas hinweisen[6]).

Endlich kommt hier auch die Hydria in Betracht, welche in dem Vasengemälde No. 10 zwischen den Beinen des die Oreithyia verfolgenden Boreas zu sehen ist. Man hat sie bisher mit der Jungfrau in Verbindung gebracht und angenommen, der Künstler habe andeu-

1) Theophr.: De vent. 27. γίνεται δὲ καὶ ἀνάκλασίς τις τῶν ἀνέμων ὥστ' ἀντιπνεῖν αὐτοῖς, ὅταν ὑψηλοτέροις τόποις προσπνεύσαντες ὑπερᾶραι μὴ δύνωνται. διὸ ἐνιαχοῦ τὰ νέφη τοῖς πνεύμασιν ὑπεναντία φέρεται καθάπερ περὶ Αἰγειὰς τῆς Μακεδονίας βορέου πνέοντος πρὸς τὸν βορέαν. αἴτιον δ' ὅτι τῶν ὀρῶν ὄντων ὑψηλῶν τῶν τε περὶ τὸν Ὄλυμπον καὶ τὴν Ὄσσαν τὰ πνεύματα προσπίπτοντα καὶ οὐχ ὑπεραίροντα τούτων ἀνακλᾶται πρὸς τοὐναντίον, ὥστε καὶ τὰ νέφη κατώτερα ὄντα φέρουσιν ἐναντίως. συμβαίνει δὲ καὶ ὑπ' αὐτοὺς τοὺς ἐτησίας ἀντίπνοιαι γίνονται τῷ βορέᾳ διὰ τὴν περίκλασιν ὥστε καὶ ἐναντιοδρομεῖν τὰ πλοῖα, καθάπερ καὶ περὶ τὸν πόρον τὸν ἐκ Χαλκίδος εἰς Ὠρωπὸν, οὓς δὴ καλοῦσι παλιμβορέας. Wenn Stark: Ann. dell' Inst. arch. To. XXXII. p. 332. glaubte, der Maler habe vielmehr andeuten wollen, dass Boreas die Wolken bald vertreibe, bald herbeibringe, so ist einzuwenden, dass gar nicht abzusehen ist, wie eine solche doppelte Wirkung des Nordwindes durch zwei nach entgegengesetzten Seiten gewendete Gesichter angedeutet werden könnte.

2) No. 4. 10. 14. 16. 18. und wohl auch No. 8.

3) In den Vasengemälden No. 9. 19. 25., in dem Bronze-Relief No. 26. und am Thurm des Kyrrhestes.

4) In den Kunstwerken No. 1—4. 8. 10. 13. 14. 16. 18—23. 25. 26. und am Thurm des Kyrrhestes.

5) Siehe oben p. 6.

6) Aristot.: De anim. motione 2. εἰ τύχοι πνέων τὸν τρόπον τοῦτον ὅνπερ οἱ γραφεῖς ποιοῦσιν· ἐξ αὐτοῦ γὰρ πνεῦμα ἀφιέντα γράφουσιν. Ioannes Sicel. bei Walz: Rhet. Gr. To. VI. p. 225. φαίνεται δὲ ἡ ἀτοπία τοῦ ποιητοῦ μᾶλλον ἐν τῷ τῆς Ὠρειθυίας δράματι, ὅπου ταῖς δυσὶ σιαγόσι φυσῶν ὁ Βορέας κυκᾷ τὴν θάλασσαν.

ten wollen, dass diese von dem Windgott überrascht worden sei, während sie eben aus dem Ilissos oder Kephissos Wasser schöpfen wollte. Allein der Maler kann die Hydria wenigstens eben so gut auch als Attribut des Boreas gedacht haben, das dieser aus der Hand hat fallen lassen, um die Jungfrau zu ergreifen. Denn am Thurm des Kyrrhestes sind auch Notos und Skiron mit Gefässen in den Händen dargestellt, um auf den Regen und Schnee hinzuweisen, den sie mit sich bringen.

In der Regel sehen wir in den Darstellungen des Raubes der Oreithyia einen Moment gewählt, in welchem der furchtbare Windgott die Jungfrau noch nicht überwältigt hat, sondern noch in gewaltiger Hast auf sie zueilt, um sie zu erfassen[1]). Zuweilen jedoch hat er sie bereits ergriffen und sucht sie gewaltsam fortzutragen[2]).

In zwei Vasengemälden (No. 7 und 14) hält Oreithyia Blumenranken in den Händen, offenbar, weil die Verfertiger eben so, wie Choerilos[3]) von der Voraussetzung ausgingen, dass die Jungfrau in dem Moment, in welchem sie von Boreas ergriffen wurde, eben mit Einsammeln von Blumen beschäftigt gewesen sei. Zugleich flieht sie in einem dieser Gemälde (No. 14) nach einem Altar hin, der doch wohl für eben jenen zu halten ist, welchen die Athener dem Boreas am Ilissos errichtet hatten[4]). Denn an einen Altar der Athena, dem sich Oreithyia nach der Erzählung des Akusilaos eben näherte, als sie geraubt wurde[5]), werden wir nicht denken dürfen, da sie dann als κανηφόρος, nicht Blumen sammelnd, dargestellt sein müsste.

Ein anderer Vasenmaler (No. 23) ist von der von den Schriftstellern wiederholt ausgesprochenen Vorstellung, dass Oreithyia in dem verhängnissvollen Augenblick eben am Ufer des Ilissos mit einem der gewöhnlichen Mädchen-Spiele beschäftigt war[6]), ausgegangen, indem er sie sich am Ballspiel ergötzend dargestellt hat, und ein zweiter Vasenmaler (No. 22) weicht hiervon nur in so weit ab, als er die Bälle zwei oder drei ihrer Gefährtinnen in die Hände gegeben hat.

Natürlich mussten die Schriftsteller, welche davon sprechen, dass die Jungfrau beim Spiel oder Tanz von Boreas ergriffen worden sei[7]), sie in Gesellschaft von Gespielinnen denken und Platon nennt sogar ausdrücklich die Pharmakeia, wobei er vielleicht, wie Welcker[8]) vermuthet, an die Gewalt gedacht haben mag, welche man den φάρμακα auch in Bezug auf die Winde zuschrieb[9]). Akusilaos jedoch scheint sie nach seinen oben[10]) angeführten Worten von Beschützern und Aufsehern anderer Art umgeben gedacht zu haben.

1) No. 2. 4. 6—8. 10. 11. 13—16. 18—23. 25.

2) No. 1. 3. 9. 12. 24. 26. Nonnos: Dionys. XXXIX, 190. denkt sich die Oreithyia auf den Schultern des Boreas sitzend.

3) Siehe oben p. 7.

4) Siehe oben p. 1.

5) Siehe oben p. 7.

6) Siehe oben p. 7.

7) Siehe oben p. 7.

8) Alte Denkm. Th. III. p. 153.

9) Empedokles bei Diog. Laert. VIII, 2, 59.
φάρμακα δ' ὅσσα γεγᾶσι κακῶν καὶ γήραος ἄλκαρ
πεύσῃ, ἐπεὶ μούνῳ σοὶ ἐγὼ κρανέω τάδε πάντα.
παύσεις δ' ἀκαμάτων ἀνέμων μένος, οἵ τ' ἐπὶ γαῖαν
ὀρνύμενοι πνοιαῖσι καταφθινύθουσιν ἄρουραν.

10) Siehe oben p. 7.

Von den Künstlern hat sich ein namhafter Theil auf die Darstellung der beiden unumgänglich nothwendigen Personen, Boreas und Oreithyia, beschränkt[1]). Andere haben nur eine einzelne[2]) oder zwei entsetzt davon eilende Gefährtinnen hinzugefügt[3]).

Ganz besonders zeichnet sich das Prachtgefäss No. 1 auch in dieser Beziehung vor allen übrigen aus, da wir da nicht nur zwei bärtige Männer und vier bei diesen Hülfe suchende Frauen in die Composition aufgenommen, sondern auch deren Namen beigeschrieben finden. Wir ersehen daraus, dass wir den Vater der Oreithyia, Erechtheus, und mehrere nahe Verwandte: Kekrops, Pandrosos, Herse und Aglauros vor uns haben. Der Name der vierten Frauengestalt ist leider nicht mehr zu lesen; doch wird man dem Wahren wohl am Nächsten kommen, wenn man in ihr die Gemahlin des Erechtheus oder des Kekrops vermuthet.

Der Verfertiger der Vase No. 3 hat nur den beiden Hauptpersonen, Boreas und Oreithyia, ihre Namen beigeschrieben. Da jedoch sein ganzes Gemälde eine fast genaue Wiederholung des eben besprochenen ist, so hat man gewiss vollkommenes Recht, auch hier dieselben Personen vorauszusetzen, wie dort.

Unsicherer bleibt das Urtheil in Betreff der Vase No. 2, da dessen Gemälde selbstständig componirt sind. Auch da sind vier fliehende Frauen gegenwärtig, jedoch nicht zwei, sondern drei bärtige Männer. In dem Vasengemälde No. 22 ist Oreithyia sogar von neun Gefährtinnen umgeben, denen natürlich gar keine individuellen Namen gegeben werden können. Doch kann man wohl den dabei gegenwärtigen bärtigen Mann für Erechtheus halten und dasselbe gilt von dem Vasengemälde No. 4, wo nur eine Gefährtin der Oreithyia zu sehen ist. In den Gemälden No. 13 und 25 jedoch ist der bärtige Mann durch einen Jüngling ersetzt, der sich eben so jeder bestimmten Benennung entzieht, wie die fünf Gefährtinnen des ersteren und die zwei des letzteren Gemäldes.

Der Verfertiger des Vasengemäldes No. 5 hat statt sterblicher Menschen den Götterboten Hermes hinzugefügt, der nach antiker Anschauung bei jedem Ereigniss der Götter- und Heroen-Welt mehr oder weniger betheiligt ist, und in dem Gemälde No. 18 endlich wohnt Athena der Handlung bei, wohl überhaupt als oberste Schutzgöttin des Orts, wo dieselbe vor sich geht, und nicht in Bezug auf die besondere, durch Akusilaos bekannte Sagenform[4]).

Die Heimath einer anderen sich an Boreas anknüpfenden Sagen-Reihe war die Insel Tenos[5]). Dort befanden sich zwei zusammengehörende Grabdenkmäler, von denen sich das

1) No. 8. 9. 12. 16. 20. 21. 23. 24. 26.

2) No. 6. 7. 10. 14. 15. 19. Ob die auf der Rückseite der Vase No. 15 angebrachten Personen im Zusammenhang mit dem Haupt-Gemälde gedacht sind, bleibt ungewiss.

3) No. 11.

4) Siehe oben p. 7.

5) Antipater in der Anth. Pal. IX. 550.

Κλεινὴν οὐκ ἀπόφημι· σὲ γὰρ προπάροιθεν ἔθηκαν
κλῄζεσθαι πτηνοί, Τῆνε, Βορηϊάδαι.
ἀλλὰ καὶ Ὀρτυγίην εἶχε κλέος, οὔνομα δ᾽ αὐτῆς
ἤρχετο Ῥιπαίων ἄχρις Ὑπερβορέων.
νῦν δὲ σὺ μὲν ζώεις, ἡ δ᾽ οὐκέτι· τίς κεν ἐῴλπει
ὄψεσθαι Τήνου Δῆλον ἐρημοτέρην;

eine beim Wehen des Nordwindes zu bewegen schien, und dies veranlasste den Glauben, dass zwei Söhne des Boreas, Kalais und Zetes, in jenen Gräbern bestattet seien [1]).

Diese beiden Brüder werden von den Alten einstimmig als Kinder des Boreas und der Oreithyia bezeichnet [2]) und zuweilen scheint man sie selbst als Zwillinge gedacht zu haben [3]).

Da Boreas nach der gewöhnlichen Annahme Oreithyia nach Thrakien entführt haben sollte, so galt dieses Land in der Regel auch als die Heimath von Zetes und Kalais [4]) und ihre Namen erklärte man so, dass der eine die heftigeren, der andere die ruhigeren Strömungen des Nordwinds repraesentire [5]).

Wie ihrem Vater, so schrieb man auch ihnen eine ausserordentliche Schnelligkeit zu [6]) und dachte sie eben so, wie jenen, mit Flügeln versehen [7]). Einige Schriftsteller sprechen sich noch genauer hierüber aus, indem sie ausdrücklich angeben, dass die beiden

---

1) Apoll. Rhod.: Argon. I, 1300.

εἰ μὴ Θρηϊκίοιο δύω υἷες Βορέαο
Αἰακίδην χαλεποῖσιν ἐρητύεσκον ἔπεσσιν,
σχέτλιοι· ἦ τέ σφιν στυγερὴ τίσις ἔπλετ' ὀπίσσω
χερσὶν ὑφ' Ἡρακλῆος, ὅ μιν δίζεσθαι ἔρυκον.
ἄθλων γὰρ Πελίαο δεδουπότος ἂψ ἀνιόντας
Τήνῳ ἐν ἀμφιρύτῃ πέφνεν, καὶ ἀμήσατο γαῖαν
ἀμφ' αὐτοῖς, στήλας τε δύω καθύπερθεν ἔτευξεν,
ὧν ἑτέρη, θάμβος περιώσιον ἀνδράσι λεύσσειν,
κίνυται ἠχήεντος ὑπὸ πνοιῇ Βορέαο.

Dazu bemerkt der Scholiast: τῶν δύο τάφοι εἰσὶν ἐν Τήνῳ τῇ νήσῳ καὶ στῆλαι· ὧν τὴν ἑτέραν πάντως συμβαίνει ὑπὸ ἀνέμου κινεῖσθαι τοῦ Βορέου τοῦ πατρὸς αὐτῶν.

Hygin: Fab. 14. «*Hi autem Zetes et Calais ab Hercule* «*telis occisi sunt, quorum in tumulis superpositi lapides* «*flatibus paternis moventur*».

2) Simonides bei Bergk: Poet. lyr. p. 866. No. 3. Akusilaos bei Müller: Fragm. hist. gr. To. I. p. 102. No. 23. Pind.: Pyth. IV, 182. Apoll. Rhod.: Argon. I, 211 (Etym. M. p. 410, 4.). II, 234. 241. 273. 288. 308. IV, 1464. Apollod. I, 9, 16. 21. III, 15, 2. Palaephat.: De incred. 23. Asklepiades bei Müller: Fragm. hist. gr. To. III. p. 302. No. 3. Orpheus: Argon. 219. Oppian: De venat. II, 623. Maximos: Περὶ καταρχ. 416. Porphyrios: De antro nymph. 26. Stephani: Der ausruh. Herakles p. 281, 89. Suidas: γαμβρός. Tzetzes: Chil. I, 210. XII, 445. Eustath. ad Hom. p. 934, 18. 1712, 23. Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. II, 238. ad Pind.: Olymp. IV, 26. 29. 32. Propert.: Eleg. I, 20, 25. 31. Ovid: Metam. VI, 716. VII, 3. Val. Flaccus: Argon. I, 468. Silius Ital.: Pun. VIII, 513. Hygin: Fab. 14. 273. Servius ad Virg.: Aen. III, 209. X, 350. Fulgentius: Myth. III, 11. Lactantius: Narr. fab. VI, 7. Philargyr. ad Virg.: Georg. IV, 464. Interpr. ad Virg.: Georg. IV, 463. Myth. Vat. I, 26. 27. 204. II, 142.

3) Orpheus: Argon. 219.

δισσὸν δ' αὖ Βορέου καλὸν στάχυν εἰςενόησα.

Ovid: Metam. VI, 712.

Et genitrix facta est, partus enixa gemellos.

Lactant.: Narr. fab. VI, 8. «*ex qua geminos Zeten et* «*Calain procreavit*».

4) Simonides bei Bergk: Poet. lyr. p. 866. No. 3. Akusilaos bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 102. No. 23. Apoll. Rhod.: Argon. I, 212. Maximos: Περὶ καταρχ. 421. Ovid: Metam. VI, 711. Hygin: Fab. 14. Silius Ital.: Pun. VIII, 514. Philarg. ad Virg.: Georg. IV, 464. Interpr. ad Virg.: Georg. IV, 463. Lactant.: Narr. fab. VI, 8. Das Land der Hyperboreer wird von Duris bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 476. No. 28. und Phanodikos bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 473. No. 1., Daulis von Herodoros bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 38. No. 42. als Heimath der Boreaden bezeichnet.

5) Schol. ad Pind.: Pyth. IV, 324. ἴσως δὲ τὰ ὀνόματα πεποιημένα ἀπὸ τοῦ πατρὸς, οἷον Ζαήτην τὸν ἄγαν ἄοντα καὶ πνέοντα, καὶ Κάλαϊν οἷον καλῶς ἄοντα.

6) Theognis 715.

ὠκύτερος δ' εἴησθα πόδας ταχεῶν Ἁρπυιῶν
καὶ παίδων Βορέω, τῶν ἄφαρ εἰσὶ πόδες.

Straton in der Anth. Pal. XII, 202, 3.

ἔδραμεν ἄν μου
ὕστερον εἰ Ζήτης ἔτρεχεν ἢ Κάλαϊς.

Alexis bei Athen. VI, 244. E.

ἐμοὶ παρασιτεῖν κρεῖττον ἦν τῷ Πηγάσῳ
ἢ τοῖς Βορεάδαις ἢ εἴ τι θᾶττον ἔτι τρέχει.

7) Apollod. I, 9, 21. III, 15, 2. Apoll. Rhod.: Argon. IV, 1465. Antipater in der Anth. Pal. IX, 550, 2. Dio Chrys.: Or. IV, 78. Eustath. ad Hom. p. 934, 17. Serv. ad Virg.: Aen. III, 209. Fulgent.: Myth. III, 11. Myth. Vat. I, 26. 27. II, 142. Vergleiche auch Propert.: Eleg. I, 20, 30.

Brüder grosse purpurne Flügel an den Schulterblättern [1]), oder dass sie kleinere Flügel an den Köpfen und Füssen [2]), nur an den Füssen [3]) oder nur an den Köpfen [4]) hatten, oder dass sie bei der Geburt ohne Flügel gewesen und diese erst später gewachsen seien [5]). Apollonios Rhodios [6]) und Hygin [7]) heben ihr dunkles Haar hervor, woraus Tzetzes [8]) gemacht hat, dass sie mit Hülfe dieser Haare geflogen seien. Endlich werden die Schwerter, mit denen sie bewaffnet gewesen seien, mehrfach ausdrücklich betont [9]).

In weiteren Kreisen gelangten diese beiden Söhne des Boreas dadurch zu besonderer Berühmtheit, dass sie eben so, wie ihr Vater, in die Argonauten-Sage verflochten wurden, wozu die nächste Veranlassung darin gelegen haben mag, dass diese Unternehmung nach Gegenden gerichtet war, welche im hohen Norden von Griechenland gelegen waren. Einen besonderen Grund aber hierzu bot noch überdies die Verknüpfung der Phineus-Sage [10]) mit der vom Zug der Argonauten.

Denn allgemein galt der Thrakische König Phineus für den Gemahl der Kleopatra, einer Tochter des Thrakers Boreas [11]), und der letztere selbst sollte in Gemeinschaft mit

---

1) Pind.: Pyth. IV, 182.
Ζήταν Καλαΐν τε πατὴρ Βορέας, ἄνδρας πτεροῖσιν
νῶτα πεφρίκοντας ἄμφω πορφυρέοις.
Maximos: Περὶ καταρχ. 415.
οὐδ' εἴ σοι πτερύγεσσιν ἐπήρεα νῶτα γένοιτο,
οἷά γ' ἐνὶ μελέεσσι Βορήϊοι υἷες ἔχεσκον.
Lactant.: Narr. fab. VI, 8. «*ex qua geminos Zeten et* «*Calain procreavit, quorum humeris alae volucrum incre*-«*verunt, per quas parentis imaginem referrent*».

2) Hygin: Fab. 14. «*Zetes et Calais Aquilonis venti et* «*Orithyiae Erechthei filiae filii. Hi capita pedesque pen*-«*natos habuisse feruntur crinesque caeruleos, qui pervio* «*aëre usi sunt. — Toecharchi autem fuerunt Zetes et* «*Calais Aquilonis filii, qui pennas et in capite et in pedi*-«*bus habuerunt*».

3) Apollon. Rhod.: Argon. I, 219.
τὼ μὲν ἐπ' ἀκροτάτοισι ποδῶν ἑκάτερθεν ἐρεμνὰς
σεῖον ἀειρομένω πτέρυγας, μέγα θάμβος ἰδέσθαι,
χρυσείαις φολίδεσσι διαυγέας.
Eustath. ad Hom. p. 1712, 23. οἱ δὲ Βορέαδαι Ζήτης καὶ Κάλαϊς, οὓς ὁ μῦθος πτερωτοὺς πλάττει, καθά που καὶ Περσέα τὸν ποιητικῶς ἀρβυλόπτερον, ἤγουν πτερόπουν κατὰ τὸν μῦθον· ταῖς γὰρ ἀρβυλαῖς αἵ πέρ εἰσιν εἶδος ὑποδήματος οἱ πόδες δηλοῦνται.
Vergleiche auch Apollod. Rhod.: Argon. II, 426.
ἐπὶ δὲ σχεδὸν υἱέε δοιὼ
Θρηικίου Βορέαο κατ' αἰθέρος ἀΐξαντε
οὐδῷ ἐπὶ κραιπνοὺς ἔβαλον πόδας.

4) Orph.: Argon. 222.
οἳ δὴ καὶ ταρσοῖσιν ὑπουατίοις πεπότηντο,
Ζήτης καὶ Κάλαϊς, δέμας εἴκελοι ἀθανάτοισιν.

5) Ovid: Metam. VI, 713.
Cetera qui matris, pennas genitoris haberent.
Non tamen has una memorant cum corpore natas;
Barbaque dum rutilis aberat subnixa capillis,
Inplumes Calaisque puer Zetesque fuerunt.

6) Argon. 1, 221.
ἀμφὶ δὲ νώτοις
κράατος ἐξ ὑπάτοιο καὶ αὐχένος ἔνθα καὶ ἔνθα
κυάνεαι δονέοντο μετὰ πνοιῇσιν ἔθειραι.

7) Fab. 14.

8) Chil. I, 210.
Ζήτην γεννᾷ καὶ Κάλαϊν, εἰσάγαν ἁβροκόμας,
καὶ τὸν Ἀβεσαλὼμ αὐτὸν εἰς τρίχωσιν νικῶντας,
οὕσπερ καὶ πέτεσθαι θριξὶν ἔφασαν μυθογράφοι,
ὡς ἐπηρμένους ταῖς θριξὶν αὐτῶν καὶ γαυρουμένους.
Chil. XII, 441.
οἳ Ζήτης τε καὶ Κάλαϊς ἐσχήκασι τὴν κλῆσιν,
λέγονται πέτεσθαι θριξὶν ὡς τῶν ἁβροβοστρύχων.

9) Apollod. I, 9, 21. Apollon. Rhod.: Argon. II, 265. 274. 288. Serv. ad Virg.: Aen. III, 209. Myth. Vat. I, 27. II, 142.

10) Auch diese Sage war sowohl von Aeschylos (Fragm. No. 253. ed. Nauck), als auch von Sophokles (Fragm. No. 636—645. ed. Nauck) dramatisch behandelt worden.

11) Sophokles: Antig. 985. und Fragm. No. 582 und p. 226. ed. Nauck. Asklepiades bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. III. p. 302. No. 3. Apollod. III, 15, 2. Dionysios bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 7. No. 3. Apoll. Rhod.: Argon. II, 239. nebst Schol. zu dieser Stelle und zu I, 212. Diod. IV, 43. 44. Nonn.: Dion. II, 688. Valer. Flacc.: Argon. IV, 484. Kleobula wird sie von Servius ad Virg.: Aen. III, 209. genannt.

den Argonauten dem Phineus zur Strafe dafür, dass dieser seine Söhne des Augenlichts beraubt hatte, dasselbe angethan haben[1]).

Ja, Pindar[2]) stellt Boreas überhaupt als Begünstiger des Argonautenzugs dar und der Daemon Sosthenes, der zum Dank für die den Argonauten geleistete Hülfe durch ein am Bosporos errichtetes Heiligthum geehrt worden war und an der Ficoronischen Cista in einer dem Boreas im Wesentlichen entsprechenden Form dargestellt ist[3]), scheint ursprünglich gar nichts Anderes, als eben dieser Windgott gewesen zu sein

Seine beiden Söhne Zetes und Kalais galten daher schon seit alter Zeit als Theilnehmer des Argonautenzugs[4]) und durch Hygin[5]) erfahren wir, dass man ihnen das Amt der *τοίχαρχοι* zuzutheilen pflegte.

Als die wichtigste That, welche sie bei dieser Gelegenheit ausgeführt haben sollten, erzählte man sich, dass sie ihren Schwager Phineus von den Qualen befreit hätten, welche ihm die Harpyien bereiteten, indem sie die letzteren verjagten und weit verfolgten[6]), oder dass sie die Söhne des Phineus aus den Fesseln erlöst hätten, mit welchen diese ihr Vater belastet hatte[7]).

---

1) Apollod. I, 9,21. καὶ πηρωθῆναι φασὶν αὐτὸν (Φινέα) οἱ μὲν ὑπὸ θεῶν, ὅτι προὔλεγε τοῖς ἀνθρώποις τὰ μέλλοντα, οἱ δὲ ὑπὸ Βορέου καὶ τῶν Ἀργοναυτῶν, ὅτι, πεισθεὶς μητρυιᾷ, τοὺς ἰδίους ἐτύφλωσε παῖδας.
Apollod. III, 15, 3. παραπλέοντες δὲ οἱ Ἀργοναῦται σὺν Βορέᾳ κολάζονται αὐτόν (Φινέα).
Diod. IV, 44. οὐκ ἀγνοῶ δὲ διότι τινὲς τῶν μυθογράφων τυφλωθῆναί φασι τοὺς Φινείδας ὑπὸ τοῦ πατρὸς καὶ τὸν Φινέα τῆς ὁμοίας τυχεῖν συμφορᾶς ὑπὸ Βορέου.
Orpheus: Argon. 678.

Φινεῖ δέ οἱ ὤπασαν ἄτην
ἀργαλέοιο κότου, φωτὸς δ' ἀπενόσφισαν αὐγάς.
αὐτάρ οἱ ζαμενὴς Βορέης στροφάδεσσιν ἀέλλαις
ἁρπάξας ἐκύλινδε διὰ δρυμὰ πυκνὰ καὶ ὕλας
Βιστονίης, ἵνα κῆρ' ὀλοὴν καὶ πότμον ἐπίσπῃ.

Servius ad Virg.: Aen. III, 209. «*vel, ut quidam vo*-«*lunt, Aquilo ventus propter nepotum injuriam eum*» (Phinea) «*coecavit et ad pelagias insulas detulit ad*-«*posuitque Harpyias*».

2) Pyth. IV, 181.
καὶ γὰρ ἑκὼν θυμῷ γελανεῖ θᾶσσον ἔντυνεν βασιλεὺς ἀνέμων
Ζήταν Κάλαΐν τε πατὴρ Βορέας.

3) Bröndsted: Den Ficoroniske Cista Taf. 2 A. Braun: Die Focoronische Cista Taf. 4. Jahn: Die Ficoronische Cista p. 13. Vergleiche auch Anthol. Pal. I, 35.

4) Pindar: Pyth. IV, 181. Akusilaos bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 102. No. 23. Antimachos beim Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 211. Herodoros bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 38. No. 42. Duris bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 476. No. 28. Apoll. Rhod.: Argon. I, 211. 1300. IV, 1464. 1483. Phanodikos bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 473. No. 1. Orpheus: Argon. 219. Dio Chrys.: Or. IV, 78. Ovid: Metam. VI, 720. Val. Flaccus: Argon. I, 468. III, 691. VI, 557. 572.

5) Fab. 14. «*Toicharchi autem fuerunt Zetes et Calais* «*Aquilonis filii*».

6) Hesiod und Antimachos bei dem Schol. ad Apollon. Rhod.: Argon. II, 296. 297. Pherekydes bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 88. No. 68. 69. Asklepiades bei Müller: Fragm. hist. Gr. To. III. p. 302. No. 3. Apollod. I, 9, 21. III, 15, 2. Palaephat.: De incred. 23. Apollon. Rhod.: Argon. II, 234—447. Oppian: De venat. II, 621. Tzetzes: Chil. I, 214. Eustath. ad Hom. p. 1712, 23. Ovid: Metam. VII, 3. Hygin: Fab. 14. Val. Flaccus: Argon. IV, 465—528. Servius ad Virg.: Aen. III, 209. Fulgentius: Myth. III, 11. Myth. Vat. I, 26. 27. II, 142.

7) Diod. IV, 44. ἐνταῦθα συμπλέοντας τοῖς περὶ τὸν Ἡρακλέα τοὺς ἐπικαλουμένους μὲν Βορεάδας, ἀδελφοὺς δὲ ὄντας Κλεοπάτρας, λέγεται διὰ τὴν συγγένειαν πρώτους ὁρμῆσαι πρὸς τὴν βοήθειαν καὶ τοὺς μὲν περικειμένους τοῖς νεανίσκοις δεσμοὺς περιρρῆξαι, τοὺς δὲ ἐναντιουμένους τῶν βαρβάρων ἀποκτεῖναι.
Orpheus: Argon. 674.

ἔνθα πότ' αἰνόγαμος Φινεὺς ὑπερήνορι θυμῷ
δοιοὺς ἐξαλάωσε γόνους προβλῆσί τε πέτραις
θηρσὶν ἕλωρ προὔθηκε γυναίων εἵνεκα φίλτρων·
τοὺς δὲ καὶ ἀσκηθεῖς καὶ ὀπωπότας αὖθις ἔτευξαν
παῖδε κλυτοῦ Βορέω· Φινεῖ δέ οἱ ὤπασαν ἄτην
ἀργαλέοιο κότου, φωτὸς δ' ἀπενόσφισαν αὐγάς.

Ausserdem jedoch gedenken die alten Schriftsteller namentlich auch ihrer Theilnahme an den Kampfspielen, welche bei den von den Argonauten veranstalteten Leichenfeiern des Pelias[1]) und des Thoas[2]) Statt fanden, so wie ihrer Gegenwart bei dem Abenteuer des Hylas[3]).

Ihren Tod sollten sie aus Gründen, welche von den Schriftstellern in verschiedener Weise angegeben werden, in der Nähe von Tenos, wo man ihre Gräber zeigte, durch Herakles gefunden haben[4]) und nur Ttetzes[5]) sagt, dass sie bei der Verfolgung der Harpyien mit diesen zusammen umgekommen seien.

Auch diesen Sagenkreis hat die alte Kunst nicht selten in den Bereich ihrer Darstellung gezogen. Sowohl am Amyklaeischen Thron[6]), als auch an der Kypseliden-Lade[7]) waren die beiden Boreaden dargestellt, wie sie den Phineus von der Plage der Harpyien befreiten, und Philostratos[8]) giebt sich den Anschein, ein Gemälde gesehen zu haben, welches die in dem Schiff Argo fahrenden griechischen Helden und unter diesen auch Zetes und Kalais darstellte.

---

1) Apollon. Rhod.: Argon. I, 1304.

ἄθλων γὰρ Πελίαο δεδουπότος ἂψ ἀνιόντας
Τήνῳ ἐν ἀμφιρύτῃ πέφνεν.

Dazu bemerkt der Scholiast: μετὰ γὰρ τὸν θάνατον Πελίου ἀνιόντας ὡς ἐπὶ τὴν πατρίδα τοὺς Βορεάδας ἐκ τοῦ ἐπιταφίου αὐτοῦ ἀγῶνος συντυχὼν Ἡρακλῆς καὶ ὑπομνησθεὶς αὐτοῦ τούτου, ὅτι αὐτὸν ἀναζητηθῆναι ἐκώλυσαν, ἀνεῖλεν αὐτοὺς ἐν Τήνῳ τῇ νήσῳ.

Hygin: Fab. 273. «*Duodecimo autem Argis, quos fecit* «*Acastus Peliae filius. His ludis vicerunt Zethus Aquilo-* «*nis filius dolichodromo, Calais ejusdem filius diaulo*».

2) Schol. ad Pind.: Olym. IV, 26. καλῶς οὖν (Ἐργῖνος) τὸν ἀγῶνα διενεγκὼν καὶ τοὺς συνάθλους νικήσας Βορεάδας Ζῆθον καὶ Κάλαϊν εἰς ὑπερβολὴν ἐθαυμάσθη.

Schol. ad Pind.: Ol. IV, 29. ἐνίκησε (Ἐργῖνος) δὲ τοὺς Βορεάδας.

Schol. ad Pind.: Ol. IV, 32. ὡς δὲ διὰ τῶν ἔργων ἐδείχθη ὑπερβαλλόμενος (Ἐργῖνος) τοὺς ἀγωνιστάς· ἦσαν δὲ οἱ τοῦ Βορέου παῖδες Ζήτης καὶ Κάλαϊς.

3) Propert.: Eleg. I, 20, 25.

Hunc duo sectati fratres, Aquilonia proles,
Hunc super et Zetes, hunc super et Calais,
Oscula suspensis instabant carpere palmis,
Oscula et alterna ferre supina fuga.
Ille sub extrema pendens secluditur ala
Et volucres ramo submovet insidias.
Jam Pandioniae cessit genus Orithyiae;
A, dolor ibat Hylas, ibat Hamadryasin.

4) Akusilaos bei Apollod. III, 15, 2. ὡς δὲ Ἀκουσίλαος λέγει, περὶ Τῆνον ὑφ' Ἡρακλέους ἀπώλοντο. (siehe Müller: Fragm. hist. Gr. To. I. p. 103. No. 24.) Nikander, Stesimbrotos und Semos bei dem Schol. ad Apollon. Rhod.: Argon. I, 1304. Σῆμος δέ φησι, διὰ τὸ ληφθῆναι δρόμῳ τὸν Ἡρακλέα τῶν Βορεαδῶν. Στησίμβροτος δέ φησιν, ὅτι διαφορὰν ἔσχον πρὸς τὸν Ἡρακλέα περὶ τῶν δεδομένων δώρων ὑπὸ Ἰάσονος τοῖς ἀριστεῦσι. Νίκανδρος δὲ ὁ Κολοφώνιος ἐν τῇ πρώτῃ τῶν Οἰταϊκῶν φησὶ Βορέαν αἴτιον γεγονέναι τοῦ θανάτου τῶν προειρημένων, διὰ τὸ χειμάσαι τὸν Ἡρακλέα ἐν Κῷ ὑποστρέφοντα. (Siehe Müller: Fragm. hist. Gr. To. II. p. 58. No. 17. To. IV. p. 495. No. 18.) Aenesidemos bei dem Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 1300. τούτους Ἡρακλῆς ἀνεῖλεν ὕστερον, εὑρὼν περὶ Τῆνον τὴν νῆσον, ἣ παράκειται Δήλῳ, ἐπειδὴ Ἡρακλῆς ἐμνησικάκει τῷ Βορέᾳ....... Αἰνησίδημος δὲ ἐν Τηνιακοῖς, ἐπειδὴ τὸν Ἡρακλέα ξενίσαντες ἐνήδρευσαν αὐτὸν, φονεῦσαι βουλόμενοι. (siehe Müller: Fragm. hist. Gr. To. IV. p. 286.) Apollon. Rhod.: Argon. I, 1302.

ἦ τέ σφιν στυγερὴ τίσις ἔπλετ' ὀπίσσω
χερσὶν ὑφ' Ἡρακλῆος, ὅ μιν δίζεσθαι ἔρυκον.
ἄθλων γὰρ Πελίαο δεδουπότος ἂψ ἀνιόντας
Τήνῳ ἐν ἀμφιρύτῃ πέφνεν καὶ ἀμήσατο γαῖαν
ἀμφ' αὐτοῖς, στήλας τε δύω καθύπερθεν ἔτευξεν.

Stephani: Der ausruhende Herakles p. 281. καὶ Ζάταν καὶ Κάλαιν υἱὼ Βορέα τοῦ Θρᾳκὸς..... ἐπιβουλεύσαντας αὐτῷ παρεδίωκε, οἳ σφάξαντες αὐτοὺς εἰς θάλασσαν ἔρρειψαν. Hygin: Fab. 14. «*Hi autem Zetes et Calais ab Hercule* «*telis occisi sunt*». Seneca: Med. III, 634.

Stravit Alcides Aquilone natos.

5) Chil. I, 217.

καὶ σὺν αὐταῖς δὲ γράφουσι καὶ τούτους ἀπολέσθαι.

6) Paus. III, 18, 15. Κάλαις δὲ καὶ Ζήτης τὰς Ἁρπυίας Φινέως ἀπελαύνουσιν.

7) Paus. V, 17, 11. Φινεύς τε ὁ Θρᾷξ ἐστὶ καὶ οἱ παῖδες οἱ Βορέου τὰς Ἁρπυίας ἀπ' αὐτοῦ διώκουσιν.

8) Imag. II, 15, 1. τὰ μὲν δὴ ἀγώγιμα τῆς νεὼς Διόσκουροι καὶ Ἡρακλῆς, Αἰακίδαι τε καὶ Βορεάδαι καὶ ὅσον τῆς ἡμιθέου φορᾶς ἤνθει.

Bis auf unsere Zeit haben sich neun Vasengemälde erhalten, in denen die beiden Brüder oder einer von ihnen als Theilnehmer am Zug der Argonauten auftreten. Es sind folgende:

1. Millingen: Uned. Mon. To. I. Pl. 15. Stackelberg: Gräber der Hellenen Taf. 38.
2. Mon. pubbl. dall' Inst. arch. To. III. Tav. 49.
3. In der Sammlung Feoli. Bull. dell' Inst. arch. 1865. p. 50.
4. Ehemals im Besitz des Duc de Luynes. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 153.
5. Im kön. Museum zu Berlin. Gerhard: Apul. Vasenb. Taf. 10. Jahn: Rhein. Mus. Th. VI. p. 293.
6. In der kais. Ermitage. Mon. pubbl. dall' Inst. arch. To. V. Tav. 12. Stephani: Vasensamml. der kais. Ermitage No. 422.
7. Im kön. Museum zu München. Dubois-Maisonneuve: Introd. à l'étude des vas. Pl. 44. Annal. dell' Inst. arch. To. XX. Tav. d'agg. G. Guigniaut: Rel. de l'ant. Pl. 173[bis]. No. 647. Jahn: Vasens. König Ludwigs No. 805. Arch. Zeit. 1860. Taf. 139.
8. Ehemals in der Sammlung Durand. Millingen: Peint. de div. coll. Pl. 6.
9. Im kön. Museum zu Neapel. Bull. Napol. To. III. Tav. 6. Archaeol. Zeit. 1846. Taf. 44. 45. Mercklin: Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. Mém. des sav. étr. To. VII. Pl. 1.

Die drei zuerst genannten Gemälde zeigen uns die Boreaden, wie sie Phineus von den Qualen der Harpyien befreien. Zwar ist dies in Betreff des ersteren Gemäldes von Stackelberg geleugnet worden; allein mit augenscheinlichem Unrecht. Denn er stützte sich hierbei auf nichts Anderes, als eine willkührliche Restauration eines Theils des Gemäldes und auf die eben so willkührliche Voraussetzung, dass der Lanzenstoss des einen Boreaden dem gelagerten Mann gelte, während er offenbar vielmehr gegen die hinter demselben bereits entfliehende Flügelfrau gerichtet ist. Kein Unbefangener wird bezweifeln, dass Millingen vollkommen Recht hatte, indem er Zetes und Kalais erkannte, wie sie von dem gelagerten Phineus drei Harpyien verjagen, welche dem blinden König die ihm vorgesetzten Speisen zu rauben im Begriff sind.

Das unter No. 3 angeführte Gemälde hebt jeden Zweifel an einer solchen Absicht des Verfertigers durch die den Hauptpersonen beigefügten Inschriften auf. Auch da sieht man den alten Phineus vor einem Tisch gelagert, von welchem die beiden Boreaden zwei Harpyien verjagen, während drei andere, nicht mit Sicherheit zu benennende Frauen in ruhiger Haltung gegenwärtig sind. Besonders merkwürdig ist dieses Gemälde, weil es, während alle übrigen Gemälde des mitgetheilten Verzeichnisses rothe Figuren haben, aus schwarzen besteht, jedoch, wie verschiedene Einzelheiten des Stils und die Formen der Buchstaben beweisen, nur in Folge affectirter Alterthümlichkeit.

Am reichsten an Figuren ist das Gemälde No. 2. Phineus, welcher auch da vor einem mit Speisen besetzten Tisch sitzt, ist durch barbarisches Costüm und durch ein Skeptron als thrakischer König charakterisirt. Ausser den beiden Boreaden, welche zwei Harpyien

verjagen, sind noch zehn Argonauten, ein Barbar und eine Frau, vielleicht Kleopatra, zugegen.

Das Gemälde No. 4 führt uns das von den Argonauten bei dem Bebryker-König Amykos bestandene Abenteuer vor. Dieser Barbar ist bereits von den beiden in seiner Nähe befindlichen Dioskuren neben der Quelle, welche den Streit veranlasst hat, an einem Felsen festgebunden. Von der einen Seite her sehen in ruhiger Haltung die beiden Boreaden und ein bärtiger Argonaut zu, hinter welchem ein Theil des Schiffs sichtbar ist; von der anderen Seite her in bewegterer Haltung zwei Satyrn und zwei Maenaden. Auch hat der Künstler in ähnlicher Weise, wie der Verfertiger der Vase No. 3, an einem andern Theile desselben Gefässes eine reichere Scene rein bakchischen Inhalts hinzugefügt. Dies führt auf die Vermuthung, dass auch die Satyrn und Maenaden der Argonauten-Scene von dem Künstler nicht nur desshalb in seine Composition aufgenommen sind, damit durch das Erstaunen, welches sie an den Tag legen, das Ausserordentliche der Handlung stärker hervortrete [1]), sondern dass zugleich eine Vermischung der Tenischen und der Naxischen Boreaden-Sage, welche mit dem bakchischen Kreise eng verknüpft war, zu Grunde liege, wie ja auch Sophokles attische und delische Vorstellungen mit einander verschmolz, indem er Boreas die Oreithyia zu den Hyperboreern entführen liess [2]).

Dass das Gemälde No. 5 eine Unterredung des Iason mit Medeia in Gegenwart der beiden Boreaden darstellt, hat Jahn offenbar richtig erkannt.

Die Gemälde No. 6—8 zeigen den Angriff, welchen die Argonauten auf die furchtbare Schlange machen, die das goldene Vliess bewacht. In das Gemälde No. 6 hat der Künstler nur einen der Boreaden, den inschriftlich gesicherten Kalais, aufgenommen, der in Gemeinschaft mit anderen Argonauten die sich an einem Baum erhebende Schlange eben mit einer Lanze angreift. In dem Gemälde No. 7 sind beide Boreaden gegenwärtig. Doch nehmen sie in dem dargestellten Momente keinen Theil an dem Kampfe, sondern sehen mit Medeia und anderen Argonauten ruhig zu, wie Iason die Schlange, welche auf einem Felsen gelagert das goldene Vliess bewacht, mit dem Schwerte angreift. Dasselbe thut der Boreade, welcher demselben Kampfe in dem Gemälde No. 9 beiwohnt. Denn gewiss wird Niemand den mit einem Schwert und hohen Stiefeln ausgestatteten Flügel-Jüngling noch gegenwärtig mit Millingen für Alastor halten.

Auf der Vase No. 9 endlich sehen wir die beiden durch die Beischrift ihrer Namen vollkommen sicher gestellten Boreaden, im Hintertheil der Argo gelagert und offenbar als τοίχαρχοι gedacht [3]), dem Kampfe zuschauen, welchen die Argonauten an der Küste von Kreta mit dem Riesen Talos zu bestehen haben.

---

1) Siehe meine Bemerkungen im Bull. hist.-phil. de l'Acad. des sc. To. XII. p. 276. No. 46. p. 284. 286. = Mél. gréco-rom. To. I. p. 549. No. 46. p. 560.

2) Siehe oben p. 5.

3) Siehe oben p. 17. Die Analogie dieses Bildes berechtigt zu der Vermuthung, dass auch auf der Ficoronischen Cista (Bröndsted: Den Ficoroniske Cista Taf. 2 B. Braun: Die Ficoronische Cista Taf. 6.) zwei der im Hintertheil der Argo gelagerten Jünglinge, welche eben so der Flügel entbehren, wie die Boreaden der in Rede stehenden Vase, für Zetes und Kalais zu halten sind. Doch ist da, weil die Inschriften fehlen, keine Gewissheit möglich.

Nur der Verfertiger des Gemäldes No. 3 hat die beiden Söhne des Boreas bärtig gebildet, ohne Zweifel in Folge seines Bestrebens, seinem Werke den Charakter einer besonderen Alterthümlichkeit zu geben. Denn bekanntlich bildete die älteste Kunst zahlreiche Heroen bärtig, welche man später stets jugendlich dachte.

Die von den Schriftstellern[1]) so stark betonte Beflügelung der beiden Jünglinge hat nur der Verfertiger der Vase No. 9 ganz vernachlässigt. Den meisten Nachdruck hat der Maler, von welchem das Gefäss No. 3 herrührt, darauf gelegt, indem er nicht nur jedem Boreaden vier grössere, an dem Rücken befindliche Flügel, sondern auch, wie es ebenfalls bei Boreas gewöhnlich war, kleinere an den Knöcheln verliehen hat. Die übrigen Künstler haben den Söhnen des Boreas regelmässig zwei grosse Flügel am Rücken angesetzt.

Eine Berücksichtigung des von den Schriftstellern[2]) zuweilen hervorgehobenen reichen Haarwuchses der beiden Jünglinge könnte man nur etwa in dem Gemälde No. 9 zu finden glauben. Derselbe Künstler hat sie mit Kränzen geschmückt; ein anderer (No. 6) hat dem Kalais einen Stirnschmuck mit weissen Spitzen verliehen; ein dritter (No. 2) hat das Haupt des einen von beiden Brüdern mit einem Pilos bedeckt.

Einige Vasenmaler haben sich in so fern an die gewöhnliche Darstellungsweise des Boreas angeschlossen, als sie einen seiner beiden Söhne oder beide mit einem kurzen Chiton (No. 1. 3. 4.) oder mit hohen Stiefeln (No. 1. 8.) bekleidet haben. Doch finden wir ihnen anderwärts auch nur schmale Gewandstreifen (No. 2. 5. 6. 7. 8.) oder Obergewänder (No. 9) verliehen.

Als Waffen halten sie bald die auch von den Schriftstellern[3]) mehrfach erwähnten Schwerter (No. 2. 3. 8.), bald Lanzen (No. 1. 4. 5. 6. 7.), bald Beides zugleich (No. 2. 4.) in den Händen.

Andere Kunstwerke jedoch, in denen man ebenfalls Zetes oder Kalais dargestellt zu sehen geglaubt hat, berechtigen offenbar nicht zu einer solchen Voraussetzung. Dies gilt zunächst von einem Vasengemälde der kön. Sammlung in Neapel[4]), welches Jahn[5]) noch überdies irrthümlich mit dem in dem obigen Verzeichniss mit No. 8 bezeichneten identificirt hat. Denn offenbar ist der darin auftretende Flügel-Jüngling, da er in jeder Hand einen Apfel hält, von Gerhard mit Recht für Eros erklärt worden. Der Beziehung aber eines zweiten Vasengemäldes[6]) auf die Boreaden steht, um von Anderem zu schweigen, schon die vollständige Waffen-Rüstung der beiden Flügel-Jünglinge im Wege.

Auch der Versuch, in einer Spiegelzeichnung[7]) Phineus und die Boreaden zu erkennen, entbehrt jeder ausreichenden Grundlage, da das Bild nicht nur die Blindheit des

1) Siehe oben p. 15
2) Siehe oben p. 16.
3) Siehe oben p. 16.
4) Gerhard: Neapels ant. Bildw. p. 326. No. 143.
5) Rhein. Mus. Th. VI. p. 298.
6) Archaeologia To. XXIX. Pl. 16. Gerhard: Auserl. Vasenb. Taf. 221.
7) De Witte: Catal. Durand No. 1953. Gerhard: Etrusk. Spiegel Taf. 172.

Greises, seine Speisen so wie die Harpyien ganz unangedeutet lässt, sondern auch die beiden Jünglinge ohne Flügel sind.

Noch willkührlicher war es, dass Tölken[1]) den auf dem Fragment einer Paste erhaltenen Obertheil eines bärtigen Flügelmanns, welcher eben einen Pfeil von einem Bogen schiesst, und Panofka[2]) den geflügelten Jüngling eines Scarabaeus[3]) für Boreaden zu erklären versuchten.

In Delos verschmolz die Sage von Boreas und seinen Kindern mit dem Apollon- und Artemis-Cultus, durch welchen diese Insel berühmt war, indem man behauptete, dass drei Söhne des Boreas und der Chione das Heiligthum des Apollon bei den Hyperboreern verwalteten[4]), und dass drei Töchter dieses Windgottes: Upis, Loxo und Hekaerge von ebenda nach Delos gekommen seien, so dass sie dort mit Artemis zusammen göttliche Verehrung genossen[5]).

Auf einer Vermengung aber dieser Delischen Vorstellungen mit Attischen beruht es, dass Sophokles[6]), selbst indem er die Entführung der Attischen Oreithyia durch Boreas besprach, die Jungfrau durch den Windgott nicht nach Thrakien, sondern zu den Hyperboreern bringen liess, wie eine Vermengung Delischer und Tenischer Vorstellungen zu Grunde liegt, wenn Duris und Phanodikos erzählten, dass Zetes und Kalais von den Hyperboreern aus sich zu den Argonauten gesellt hätten[7]).

Kunstwerke jedoch, in denen diese specifisch Delischen Vorstellungen ausgesprochen vorlägen, vermag ich nicht nachzuweisen.

Endlich wurde auf Naxos, wo der Dionysos-Cultus von so hoher Bedeutung war, die Sage von Boreas und seinen Söhnen mit diesem Cultus verknüpft. Dort erzählte man, wie uns Diodor[8]) berichtet, dass Boreas in Thrakien mit zwei verschiedenen Frauen zwei

1) Verzeichn p. 69. No. 126.

2) Archaeol. Zeit. 1848. p. 257.

3) Impr. gemm. dell' Inst. arch. I, 28.

4) Aelian: De nat. anim. XI, 1. Ἀνθρώπων Ὑπερβορέων γένος καὶ τιμὰς Ἀπόλλωνος τὰς ἐκεῖθι ᾄδουσι μὲν ποιηταί, ὑμνοῦσι δὲ καὶ συγγραφεῖς, ἐν δὲ τοῖς καὶ Ἑκαταῖος, οὐχ ὁ Μιλήσιος, ἀλλ' ὁ Ἀβδηρίτης. — ἱερεῖς εἰσι τῷδε τῷ δαίμονι Βορέου καὶ Χιόνης υἱεῖς, τρεῖς τὸν ἀριθμόν, ἀδελφοὶ τὴν φύσιν, ἑξαπήχεις τὸ μῆκος. ὅταν οὖν οὗτοι τὴν νενομισμένην ἱερουργίαν κατὰ τὸν συνήθη καιρὸν τῷ προειρημένῳ ἐπιτελῶσιν, ἐκ τῶν Ῥιπαίων οὕτω καλουμένων παρ' αὐτοῖς ὀρῶν καταπέτεται κύκνων ἄμαχα τῷ πλήθει νέφη καὶ περιελθόντες τὸν νεὼν καὶ οἱονεὶ καθήραντες αὐτὸν τῇ πτήσει, εἶτα μέντοι κατίασιν ἐς τὸν τοῦ νεὼ περίβολον. Diod. II, 47. βασιλεύειν δὲ τῆς πόλεως ταύτης καὶ τοῦ τεμένους ἐπάρχειν τοὺς ὀνομαζομένους Βορεάδας, ἀπογόνους ὄντας Βορέου, καὶ κατὰ γένος ἀεὶ διαδέχεσθαι τὰς ἀρχάς.

5) Kallimachos: Hymn. in Del. 291.

πρῶταί τοι τάδ' ἔνεικαν ἀπὸ ξανθῶν Ἀριμασπῶν
Οὖπίς τε, Λοξώ τε καὶ εὐαίων Ἑκαέργη,
θυγατέρες Βορέαο, καὶ ἄρσενες, οἳ τότ' ἄριστοι
ἠϊθέων. οὐδ' οἵγε παλιμπετὲς οἴκαδ' ἵκοντο·
εὔμοιροι δ' ἐγένοντο καὶ ἀκλέες οὔποτ' ἐκεῖνοι.
ἤτοι Δηλιάδες μέν, ὅτ' εὐήχης ὑμέναιος
ἤθεα κουράων μορμύσσεται, ἥλικα χαίτην
παρθενικαῖς, παῖδες δὲ θέρος τὸ πρῶτον ἰούλων
ἄρσενες ἠϊθέοισιν ἀπαρχόμενοι φορέουσιν.

Vergleiche auch Herod. IV, 35. Paus. I, 43, 4. V, 7, 4. Preller: Griech. Mythol. Th. I. p 229.

6) Fragm. No. 658. ed. Nauck. Siehe oben p. 5. 20.

7) Schol. ad Apoll. Rhod.: Argon. I, 211. Ζήτης καὶ Κάλαϊς τε· τούτους ἐκ διαφόρων τόπων συμπλεῦσαι τοῖς Ἀργοναύταις φασίν. οἱ μὲν γὰρ ἐκ Θρᾴκης, ὡς Ἀπολλώνιος, Ἡρόδωρος δὲ ἐκ Δαυλίδος· Δοῦρις δὲ ἐξ Ὑπερβορέων. καταλέγει δὲ τούτους καὶ Ἀντίμαχος. Φανόδικος δὲ ἐν ά Δηλιακῶν ἐξ Ὑπερβορέων φησὶν αὐτοὺς ἐλθεῖν ἐπὶ τὸν πλοῦν. Siehe Müller: Fragm. hist. graec. To. II. p. 476. No. 28. To. IV. p. 473. No. 1.

8) Bibl. V, 50. Αὕτη γὰρ ἡ νῆσος (Νάξος) τὸ μὲν πρῶτον προσηγορεύετο Στρογγύλη, ᾤκησαν δὲ αὐτὴν πρῶτοι Θρᾷκες διά τινας τοιαύτας αἰτίας. μυθολογοῦνται Βορέου γενέσθαι παῖδες Βούτης καὶ Λυκοῦργος οὐχ ὁμομήτριοι· τὸν δὲ Βου-

Söhne, Lykurgos und Butes, gezeugt habe. Da der Letztere den Ersteren zu tödten gesucht hatte, so wurde er von seinem Vater mit seinen thrakischen Gefährten des Landes verwiesen, wendete sich nach Naxos, machte, da dort keine Frauen waren, mit seinen Begleitern einen Einfall in Phthiotis und raubte da auf dem Drios-Gebirge die eben zu bakchischer Festfeier versammelten Dienerinnen des Dionysos. Butes selbst bemächtigte sich der Koronis, wurde aber dafür von dem Gott gestraft, indem dieser ihn in bakchische Raserei versetzte, so dass er sich selbst in einen Brunnen stürzte.

Die alte Kunst hat uns mehr als ein, bisher freilich noch nicht verstandenes Kunstwerk hinterlassen, welches aus diesem Sagen-Kreis hervorgegangen ist.

Zunächst ist ein schönes, kleines Terracotta-Gefäss der besten Zeit zu nennen, welches in Olbia gefunden ist und sich gegenwärtig im Besitz des Wirkl. Staatsraths Becker in Dresden befindet[1]).

Dasselbe hat die Form eines geflügelten Jünglings, welcher mit einem kurzen Chiton, einer Chlamys, einer phrygischen Mütze und hohen Stiefeln bekleidet ist und in hastiger Eile ein nacktes, sich heftig sträubendes und mit der abgebrochenen linken Hand ursprünglich ein Obergewand emporziehendes Mädchen auf seinen Armen gewaltsam fortzutragen sucht. Der Kopf des Letzteren ist leider mit dem linken Arm verloren gegangen; doch ist ein Haarbüschel desselben an der Brust des Jünglings zurückgeblieben.

Beide Figuren waren ursprünglich mit bunten Farben ausgeschmückt, von denen jedoch grösstentheils nur die weisse Untermalung erhalten zu sein scheint. Der Stil weist die Arbeit mit Sicherheit dem vierten Jahrhundert v. Chr. zu.

Es leuchtet ein, dass nicht etwa ein Todes-Daemon gemeint sein kann, welcher ein Mädchen der Unterwelt zuführt. Einem solchen würde die barbarische Tracht nicht zukommen und das Mädchen würde dann nicht noch lebend gebildet sein[2]). Eben so wenig kann an Boreas und Oreithyia gedacht werden, da man Boreas nie als unbärtigen Jüngling bildete,

---

την ὄντα νεώτερον ἐπιβουλεῦσαι τἀδελφῷ καὶ καταφανῆ γενόμενον ἕτερον μὲν μηδὲν παθεῖν ὑπὸ τοῦ Λυκούργου, πρόσταγμα δὲ λαβεῖν ὅπως μετὰ τῶν συνεπιβουλευσάντων λαβὼν πλοῖα ζητῇ χώραν ἑτέραν εἰς κατοίκησιν. διόπερ τὸν Βούτην μετὰ τῶν συνεγκαλουμένων Θρᾳκῶν ἐκπλεύσαντα καὶ διὰ τῶν Κυκλάδων νήσων κομιζόμενον κατασχεῖν τὴν Στρογγύλην νῆσον καὶ ἐν ταύτῃ κατοικοῦντα λῄζεσθαι πολλοὺς τῶν παραπλεόντων. σπανίζοντας δὲ γυναικῶν περιπλέοντας ἁρπάζειν ἀπὸ τῆς χώρας γυναῖκας. τῶν μὲν οὖν Κυκλάδων νήσων αἵ μὲν ὁλοσχερῶς ἔρημοι ὑπῆρχον, αἵ δ' ὀλίγοις οἰκούμεναι. διόπερ πορρωτέρω πλευσάντων αὐτῶν καὶ ἀπὸ μὲν τῆς Εὐβοίας ἀποκρουσθέντων, τῇ δὲ Θετταλίᾳ προσενεχθέντων, οἱ περὶ τὸν Βούτην ἀποβάντες ἐπὶ τὴν χώραν περιέτυχον ταῖς Διονύσου τροφοῖς περὶ τὸ καλούμενον Δρίος τῷ θεῷ ὀργιαζούσαις ἐν τῇ Φθιώτιδι Ἀχαΐᾳ. ὁρμησάντων δὲ τῶν περὶ τὸν Βούτην, αἱ μὲν ἄλλαι ῥίψασαι τὰ ἱερεῖα εἰς θάλατταν ἔφυγον, αἱ δ' εἰς ὄρος τὸ καλούμενον Δρίος· Κορωνίδα δ' ἁρπαγεῖσαν συναναγκασθῆναι τῷ Βούτῃ συνοικῆσαι· ἐπὶ δὲ τῇ ἁρπαγῇ καὶ ὕβρει χαλεπῶς φέρουσαν ἐπικαλέσασθαι τὸν Διόνυσον βοηθῆσαι αὐτῇ. τὸν δὲ μανίαν ἐμβαλεῖν τῷ Βούτῃ καὶ διὰ τοῦτο παρακόψαντα ῥῖψαι ἑαυτὸν εἴς τι φρέαρ καὶ τελευτῆσαι. οἱ δ' ἄλλοι Θρᾷκες ἑτέρας τινὰς γυναῖκας ἥρπασαν, ἐπιφανεστάτας δὲ τήν τε Ἀλωέως γυναῖκα Ἰφιμέδειαν καὶ τὴν θυγατέρα αὐτῆς Παγκράτιν· λαβόντες δ' αὐτὰς ἀπέπλευσαν εἰς τὴν Στρογγύλην. οἱ δὲ Θρᾷκες ἀντὶ τοῦ Βούτου κατέστησαν βασιλέα τῆς νήσου Ἀγασσαμενὸν καὶ τὴν Ἀλωέως θυγατέρα Παγκράτιν κάλλει διαφέρουσαν συνῴκισαν αὐτῷ.

1) Es ist in den Verhandlungen der 25. Versammlung Deutsch. Philol. 1867. p. 163. publicirt. Ich theile hier auf Tafel I eine in natürlicher Grösse nach einer Photographie hergestellte Abbildung mit.

2) Siehe oben p. 10.

sondern an ihm gerade den wilden, struppigen Bart besonders betonte[1]). Aber auch mit einer dritten Vermuthung, dass Zephyr und Chloris gemeint sei, kommt man nicht aus, da dem Zephyr die Tracht der Barbaren, so weit wir sehen können, fremd war.

Gar kein Bedenken hingegen steht der Voraussetzung von Butes und Koronis im Wege. Denn das barbarische Costüm kommt natürlich dem Thraker Butes eben so zu, wie seinem Vater Boreas; die Beflügelung aber und die bartlose Jugendlichkeit eben so, wie den anderen Söhnen desselben Vaters, Zetes und Kalais. Auch passt die starke Entblössung sehr wohl für die Maenade Koronis[2]).

Diese Auffassung der Gruppe, welche ich meinem Freund Becker schon vor einigen Jahren mittheilte, erhält jetzt eine neue Bestätigung durch ein zweites kleines Gefäss derselben Art, desselben Stils und offenbar auch derselben Zeit, welches in vorigem Jahre in einem Grabe der Halbinsel Taman zusammen mit anderen Thon-Gefässen des höchsten Kunstwerths gefunden wurde und sich gegenwärtig in der kaiserlichen Ermitage befindet[3]).

Auch da wird die Vorderseite der Vase durch die in statuarischer Form ausgeführte und mit bunter Bemalung ausgestattete Figur eines mit der gewöhnlichen Bekleidung nordischer Barbaren versehenen Jünglings gebildet. An den Schultern hat er grosse, weiss und blau gestreifte und an den Rändern vergoldete Flügel. Als Kleidung trägt er einen kurzen, mit langen blauen Aermeln versehenen Chiton, an welchem nur die weisse Untermalung erhalten ist, eine phrygische, ursprünglich, wie es scheint, vergoldete Mütze und eng anschliessende Beinkleider, an denen ebenfalls nur die weisse Untermalung erhalten ist. Seine Handgelenke sind mit goldenen Armbändern geschmückt.

Er ist eben, die Hände über dem Kopf zusammen schlagend, in einem wilden Tanz begriffen, dessen übrige uns erhaltene Kunstdarstellungen von mir schon anderwärts erörtert worden sind, indem ich, wie ich glaube, gezeigt habe, dass der persische, namentlich auch bei bakchischen Festen gebräuchliche und ὄκλασμα genannte Tanz zu verstehen ist[4]). Auch hier ist der bakchische Charakter des Tanzes verständlich genug durch die gelb-rothe Amphora angedeutet, welche neben dem Jüngling am Boden steht[5]).

1) Lukian: Timon 54. οὐ Θρασυκλῆς ὁ φιλόσοφος οὗτός ἐστιν; οὔμενουν ἄλλος· ἐκπετάσας γοῦν τὸν πώγωνα καὶ τὰς ὀφρῦς ἀνατείνας καὶ βρενθυόμενός τι πρὸς αὑτὸν ἔρχεται, τιτανῶδες βλέπων, ἀνασεσοβημένος τὴν ἐπὶ τῷ μετώπῳ κόμην, Αὐτοβορέας τις ἢ Τρίτων, οἵους ὁ Ζεῦξις ἔγραψεν. Philostr.: Vita Apoll. IV, 21, 3. μηδὲ τὸν Βορέαν κηδεστήν γ' ὄντα καὶ παρὰ πάντας τοὺς ἀνέμους ἄρσενα ποιεῖσθαι θῆλυν. Siehe oben p. 6. 11.

2) Die Rosetten am Boden stehen nicht, wie Conze: Verhandl. der 25. Versamml. deutscher Philol. 1867. p. 163. vermuthet, mit dem dargestellten Gegenstand in irgend einer Beziehung, sondern bilden, wie zahlreiche Beispiele beweisen, überhaupt eine ganz gewöhnliche, eben der in Rede stehenden Vasengattung eigenthümliche Zuthat. Ich verweise nur auf die hier beigegebene Tafel II, auf Stephani: Ant. du Bosph. Cimm. Pl. 70[a]. No. 7. und Compte-rendu de la comm. arch. pour l'ann. 1859. Pl. 3. 1866. Pl. 2, 33., auf Stackelberg: Gräber d. Hell. Taf. 50, 2. 52, 1., so wie auf ein neuerdings gefundenes, noch unedirtes Gefäss der kais. Ermitage.

3) Eine Abbildung in natürlicher Grösse gebe ich hier auf Tafel II.

4) Compte-rendu de la comm. arch. pour l'ann. 1859. p. 120. 1865. p. 56. 1868. p. 81. 169.

5) Ueber die drei neben ihm angebrachten goldenen Rosetten, denen ursprünglich ohne Zweifel noch eine vierte beigegeben war, siehe die eben in Note 2. gemachte Bemerkung.

Welche andere Person also könnte der Künstler im Sinn gehabt haben, als Butes, der, nachdem er der Koronis Gewalt angethan hat, von Dionysos zur Strafe in bakchische Raserei versetzt ist und in diesem Zustand, bevor er sich in den Brunnen stürzt, das bei den Festen dieses Gottes gebräuchliche wilde ὄκλασμα tanzt? Die bartlose Jugendlichkeit, die Beflügelung, die barbarische Tracht, der wilde, bakchische Tanz — Alles findet unter dieser Voraussetzung eine ungezwungene Erklärung und schwerlich dürfte es gelingen, eine zweite mythische Person nachzuweisen, von welcher dasselbe gesagt werden könnte.

Wenden wir uns also jetzt einem schon wiederholt besprochenen, jedoch noch immer nicht in einer Abbildung veröffentlichten Vasengemälde mit rothen Figuren zu, welches der kön. Sammlung in Neapel angehört[1]). Die Mitte der Composition nimmt ein mit hohen Stiefeln, einem kurzen Chiton, einer Chlamys und einem weissen Kopfband versehener Flügel-Jüngling ein, welcher eine mit einem Chiton bekleidete Jungfrau gewaltsam davon trägt, während eine Gefährtin der Letzteren angstvoll zu einem neben einem Baum befindlichen, mit einem Kalathos und einem langen Gewand ausgestatteten, alterthümlichen Götterbild geflüchtet ist, vor welchem ein Thymiaterion steht. Diese Hauptgruppe ist zunächst von drei sich hastig vorwärts bewegenden Jünglingen umgeben, von denen jeder mit einer Chlamys bekleidet ist und ein Paar Speere in der Hand hält. Ausserdem aber sieht man in ruhig sitzender Stellung an der einen Seite einen Eros, an der anderen einen Jüngling, der eine Binde in der Hand hält.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass man bisher mit Unrecht Boreas und Oreithyia vorausgesetzt hat. Schon die bartlose Jugendlichkeit des Räubers macht diese Annahme, wie eben bemerkt wurde, völlig unmöglich. Dazu kommt jedoch noch, dass auch die mit Speeren bewaffneten Jünglinge, welche die Hauptgruppe in heftiger Bewegung umgeben, kaum eine angemessene Erklärung finden könnten. Gar kein Bedenken hingegen bleibt übrig, sobald wir als Ort der Handlung das Drios-Gebirge in Phthiotis und Butes nebst Koronis als die beiden Hauptpersonen der Composition voraussetzen.

Zwar muss es unentschieden bleiben, welche der von Diodor genannten Gefährtinnen der Koronis man in der das Götterbild umfassenden Jungfrau erkennen soll, und ob der Künstler überhaupt eine bestimmte Person im Sinne hatte. Gewiss aber stellt das Götterbild entweder Dionysos oder, wenn das weibliche Geschlecht desselben, wie Minervini behauptet, wirklich unzweideutig zu erkennen sein sollte, was ich jedoch bezweifeln möchte, die nicht nur im Naxischen Cultus, sondern auch auf dem Drios-Gebirge[2]) eine so hervorragende Rolle spielende Ariadne dar. Die bewaffneten Jünglinge sind die thrakischen Gefährten des Butes, welche mit ihm auf den Mädchen-Raub ausgezogen sind, und auch die Anwesenheit des Eros bei einer solchen Scene wird Jeder ganz angemessen finden[3]).

1) Schulz: Bull. dell' Inst. arch. 1842. p. 70. Welcker: Denkm. Th. III. p. 188. No. 15. Minervini: Bull. Napol. Nuova Ser. To. I. p. 1.

2) Diod. V, 51. Διόνυσος δὲ νυκτὸς ἀπήγαγε τὴν Ἀριάδνην εἰς τὸ ὄρος τὸ καλούμενον Δρίος· καὶ ἐν ἀρχῇ μὲν ἠφανίσθη ὁ θεός, μετὰ δὲ ταῦτα καὶ Ἀριάδνη ἄφαντος ἐγενήθη.

3) Dass auch das Thymiaterion zu dieser Auffassung sehr wohl passt, ist bekannt. Siehe meine Bemerkungen

Eine weitere Bestätigung wird diese Auffassung wahrscheinlich später ein Mal durch ein, bisher leider nur ganz ungenügend beschriebenes, Vasengemälde der Sammlung Casanova in Neapel finden, welches dem in Rede stehenden ganz ähnlich sein, jedoch auch Figuren von ausgeprägt bakchischem Charakter enthalten soll[1]).

Jetzt aber wird man wohl auch keinen Anstand nehmen können, ein drittes Vasengemälde mit rothen Figuren, welches der Sammlung Calefatti in Nola angehört[2]), in gleicher Weise aufzufassen. Denn dass der Flügel-Jüngling dieses Gemäldes, welcher ein fliehendes Mädchen verfolgt, nicht Eros sein kann, wird durch den kurzen Chiton, mit welchem er bekleidet ist, ausser Zweifel gesetzt. Allein auch an Zephyr, an welchen man gedacht hat, müsste dieses Gewand auffallen, da es noch nicht als ihm eigenthümlich nachgewiesen ist, während wir gesehen haben, dass es dem Boreas und seinen Söhnen ganz eigentlich angehört.

Anders freilich muss das Urtheil über die Vasengemälde ausfallen, welche völlig nackte Flügel-Jünglinge ein oder zwei Mädchen verfolgend darstellen[3]). Denn bei diesen bleibt es immer überwiegend wahrscheinlich, dass die Verfertiger einen im Jünglingsalter gedachten Eros im Sinn hatten.

---

im Compte-rendu de la comm. arch. pour l'ann. 1860. p. 29. 1861. p. 126. 132. 1862. p. 81. 153. 168. 1863. p. 62. 215. 1864. p. 107. 1865. p. 66. 68. 1866. p. 56. 1868. p. 149—151. 158. 162. 164. 166. 1869. p. 202. 204. 232.

1) Schulz: Bull. dell' Inst. arch. 1842. p. 70 «*Similmente vidi figurato, anni sono, lo stesso soggetto sopra di una bell' anfora ruvese a volute, allora posseduta dal sig. Casanova in Napoli, dove la dea inorridita volgevasi indietro, mentre le compagne dell' Orizia, come sull' idria in questione, fuggivano con alcune figure dello stuolo bacchico*».

2) Archaeol. Zeit. 1845. Taf. 31, 2.

3) Z. B. Tischbein: Engrav. To. III. Pl. 27. = Hirt: Bilderbuch Taf. 18, 1.; Stephani: Vasensamml. der kais. Ermitage No. 1627.

REGISTER.

Erklärung der Tafeln.





MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, № 14 ET DERNIER.

ÜBER

WEISSBLEIERZ-KRYSTALLE,

VORZÜGLICH

AUS RUSSISCHEN FUNDORTEN.

VON

N. v. Kokscharow.

(Mit 5 Kupfertafeln.)

Lu le 4 mai 1871.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tcherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 10 Kop. = 1 Thlr. 7 Ngr.

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des sciences.
Août 1871. Pour le Secrétaire perpétuel, *M. Brosset.*

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Wass.-Ostr., 9 Ligne, No 12.)

Für eine rhombische Pyramide, welche man gewöhnlich als Grundform der Krystallreihe des Weissbleierzes annimmt, habe ich vermittelst meiner eigenen, ziemlich zahlreichen und genauen Messungen folgendes Axenverhältniss abgeleitet:

$$a : b : c = 1{,}18531 : 1{,}63943 : 1,$$

wo durch a die Hauptaxe, durch b die Makrodiagonale und durch c die Brachydiagonale bezeichnet ist.[1])

Aus diesem Axenverhältnisse berechnen sich für die Grundform $p = P$ folgende Neigungen der Flächen: in den makrodiagonalen Polkanten $= 92^\circ\ 18'\ 20''$, in den brachydiagonalen Polkanten $= 130^\circ\ 0'\ 32''$ und in den Mittelkanten $= 108^\circ\ 28'\ 24''$.

Die wichtigsten allgemeinen Eigenschaften des Weissbleierzes sind, wie bekannt, folgende: Chemische Zusammensetzung $\dot{Pb}\ddot{C}$. Spaltbarkeit prismatisch nach ∞P und brachydomatisch nach $2\breve{P}\infty$, beide ziemlich vollkommen, nach $\infty\breve{P}\infty$ und $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ Spuren. Bruch muschelig. Härte $= 3 \ldots 3{,}5$. Specifisches Gewicht $= 6{,}4 \ldots 6{,}6$. Im reinsten Zustande ist das Mineral ganz farblos, sonst erscheint es grau, gelb, braun, schwarz und seltener grün oder roth gefärbt. Diamantglanz, auch bisweilen Fettglanz, ersterer bei dunklen Farben metallähnlich. Pellucid in hohen und mittleren Graden. Die optischen Axen liegen im brachydiagonalen Hauptschnitte, die spitze Bisectrix in der Hauptaxe. Nach Miller[2]) ist der scheinbare Winkel (in der Luft) dieser optischen Axen $= 17^\circ\ 8'$ und der wirkliche Winkel $= 8^\circ\ 16'$; nach Grailich ist der scheinbare Winkel $= 16^\circ\ 56'$;

---

1) Dieses Axenverhältniss ist fast dasselbe, welches Mohs und von Haidinger ihrerseits aus ihren Messungen abgeleitet haben. Diese Gelehrten geben nämlich:

$$a : b : c = \sqrt{1{,}4047} : \sqrt{2{,}6865} : 1$$
$$= 1{,}18520 : 1{,}63905 : 1$$

(Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs, von F. Mohs, bearbeitet von Zippe, 1839. Wien. Zweiter Theil. S. 137.)

2) Brooke and Miller: An Elementary Introduction to Mineralogy. London 1852, p. 566.

nach Grailich und v. Lang[1]) ist der scheinbare Winkel = 19° 31′ (für Roth) und 17° 0′ (für Blau); nach Schrauf[2]) ist der scheinbare Winkel = 17° 16′ 30″ (für Roth) und 14° 36′ 30″ (für Blau), der wirkliche Winkel = 8° 21′ 35″ (für Roth) und 6° 45′ 55″ (für Blau); nach Descloizeaux[3]) ist der scheinbare Winkel = 16° 30′ (directe Beobachtung), 16° 44′ (Rechnung) und der wirkliche Winkel = 8° 3′. Bemerkenswerth ist, dass der wirkliche Winkel sich auf sichtbarer Weise durch Wärme vergrössert; Descloizeaux hat denselben nämlich gefunden: 18° 22′ bei 12° C., 20° 20′ bei 71°,5 C. und 22° 2′ bei 95°,5 C. Der Brechungsexponent des Weissbleierzes ist nach Miller $\beta = 2{,}067$[4]); nach Descloizeaux $\alpha = 2{,}0745$, $\beta = 2{,}0728$, $\gamma = 1{,}7980$; endlich giebt Schrauf für die Linien B, D, E und H vom Spectrum folgende Werthe:

	B.	D.	E.	H.
α =	2,0613	2,0780	2,0934	2,1561
β =	2,0595	2,0763	2,0919	2,1549
γ =	1,7915	1,8031	1,8164	1,8633

In Russland kommt das Weissbleierz am Ural, Altai und in Transbaikalien vor.

An den Krystallen des russischen Weissbleierzes habe ich folgende Formen beobachtet:

	Nach Weiss.	Nach Naumann.
	Rhombische Pyramiden.	
h	(a : 4b : 4c)	$\frac{1}{4}$P
g	(a : 3b : 3c)	$\frac{1}{3}$P
o	(a : 2b : 2c)	$\frac{1}{2}$P
p	(a : b : c)	P
w	(a : b : $\frac{1}{2}$c)	$2\bar{P}2$
s	(a : $\frac{1}{2}$b : c)	$2\breve{P}2$

1) J. Grailich und v. Lang: Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krytsallisirter Körper. Wien 1858, S. 40. (Aus dem Novemberhefte des Jahrganges 1857 der Sitzungsberichte der mathemat. naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften, Bd XXVII, S. 3, besonders abgedruckt.)

2) Albrecht Schrauf: Bestimmung der optischen Constanten krystallisirter Körper, zweite Reihe, S. 124. (Sonderabdruck aus dem XLII Bd. des Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wiss. zu Wien.)

3) Descloizeaux: Thèses présentés à la faculté des sciences de Paris. 1857, p. 71. Nouvelles recherches sur les propréité optiques des cristaux naturels ou artificiels. Paris 1867, p. 48.

4) Hier wird durch α der *grösste* (maximum), durch γ der *kleinste* (minimum) und durch β der *mittlere* Exponent bezeichnet.

Rhombische Prismen.

m	(∞a : b : c)	∞P
r	(∞a : b : 3c)	∞P̆3

Makrodoma.

y	(a : ∞b : 2c)	$\frac{1}{2}$P̄∞

Brachidomen.

x	(a : 2b : ∞c)	$\frac{1}{2}$P̆∞
k	(a : b : ∞c)	P̆∞
i	(a : $\frac{1}{2}$b : ∞c)	2P̆∞
v	(a : $\frac{1}{3}$b : ∞c)	3P̆∞
z	(a : $\frac{1}{4}$b : ∞c)	4P̆∞
n	(a : $\frac{1}{5}$b : ∞c)	5P̆∞
t	(a : $\frac{1}{6}$b : ∞c)	6P̆∞
u	(a : $\frac{1}{7}$b : ∞c)	7P̆∞

Pinakoide.

a	(∞a : b : ∞c)	∞P̆∞
b	(∞a : ∞b : c)	∞P̄∞
c	(a : ∞b : ∞c)	0P

Die Formen $h = \frac{1}{4}$P, $n =$ 5P̆∞, $t =$ 6P̆∞ und $u =$ 7P̆∞ sind neu. Obgleich die Krystallreihe des russischen Weissbleierzes ziemlich gross ist, so fehlen ihr indessen noch folgende Formen: $f =$ ∞P̄$\frac{5}{3}$, $d = \frac{1}{3}$P̄∞ (Brooke und Miller) und $\alpha =$ P̆2, $\beta =$ P̆3, $e =$ P̄∞, $l =$ 2P̄∞, $\gamma = \frac{1}{3}$P̆∞ (Dana), welche bis jetzt nur in den Krystallen des ausländischen Weissbleierzes angetroffen wurden. In dieser Reihe fehlt auch noch das Brachydoma $q = \frac{2}{3}$P̆∞, welches ich ganz neuerdings in den Krystallen des Weissbleierzes vom Monte Poni (Insel Sardinien) gefunden habe.

Die wichtigsten Combinationen dieser Formen sind in schiefen und horizontalen Projectionen auf Taf. I, II, III, IV und V abgebildet, nämlich:

1*

Fig. 1 und 1 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;. \right.$

Fig. 2 und 2 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;. \right.$

Fig. 3 und 3 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 4 und 4 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{b}{\infty\bar{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 5 und 5 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{y}{\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 6 und 6 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 7 und 7 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 8 und 8 bis $\left\{ \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;. \right.$

Fig. 9 und 9 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{x}{\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 10 u. 10 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{w}{2\bar{P}2} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{y}{\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 11 u. 11 bis $\left\{ \underset{h}{\tfrac{1}{4}P} \;.\; \underset{g}{\tfrac{1}{3}P} \;.\; \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 12 u. 12 bis $\left\{ \underset{o}{\tfrac{1}{2}P} \;.\; \underset{p}{P} \;.\; \underset{w}{2\bar{P}2} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{y}{\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 13 u. 13 bis $\left\{ \underset{o}{\tfrac{1}{2}P} \;.\; \underset{p}{P} \;.\; \underset{s}{2\breve{P}2} \;.\; \underset{w}{2\bar{P}2} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{x}{\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; 0P \;. \right.$

Fig. 14 u. 14 bis $\left\{ \begin{array}{l} \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{x}{\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{v}{3\breve{P}\infty} \;.\; \underset{z}{4\breve{P}\infty} \;. \\ \underset{n}{5\breve{P}\infty} \;.\; \underset{t}{6\breve{P}\infty} \;.\; \underset{u}{7\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{b}{\infty\bar{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \end{array} \right.$

Fig. 15 u. 15 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 16 u. 16 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{s}{2\breve{P}2} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;. \right.$

Fig. 17 u. 17 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;. \right.$

Fig. 18 u. 18 bis $\left\{ \underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;. \right.$

Fig. 19 u. 19 bis { Zwillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{x}{\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;.$

Fig. 20 u. 20 bis { Zwillingskrystall, Zwillingsebene $r = \infty\breve{P}3$.
Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{x}{\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.$

Fig. 21 u. 21 bis { Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;.$

Fig. 22 u. 22 bis { Zwillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;.$

Fig. 23 u. 23 bis { Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.$

Fig. 24 u. 24 bis { Drillingskrystall aus der Sammlung von Herrn P. v. Kotschubey,
Zwillingsebene $m = \infty P$. Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.$
$\underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{v}{3\breve{P}\infty} \;.\; \underset{y}{\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{b}{\infty\bar{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P} \;.$

Fig. 25 u. 25 bis
- Zwillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P}$.

Fig. 26 u. 26 bis
- Zwillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty}$.

Fig. 27 u. 27 bis
- Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P}$.

Fig. 28 u. 28 bis
- Zwillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty}$.

Fig. 29 u. 29 bis
- Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{k}{\breve{P}\infty}$.

Fig. 30 u. 30 bis
- Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{r}{\infty\breve{P}3} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P}$.

Fig. 31 u. 31 bis
- Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{p}{P} \;.\; \underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty} \;.\; \underset{c}{0P}$.

Fig. 32 u. 32 bis
- Drillingskrystall, Zwillingsebene $m = \infty P$.
- Combination der Individuen: $\underset{m}{\infty P} \;.\; \underset{i}{2\breve{P}\infty} \;.\; \underset{a}{\infty\breve{P}\infty}$.

Weissbleierz am Ural.

1) Die besten krystallisirten Varietäten des Weissbleierzes trifft man auf den Goldgängen der Hütte *Beresowsk* (15 Werst von Katherinenburg), zusammen mit Quarz, Rothbleierz, Vauquelinit, Bleiglanz und anderen dort vorkommenden Mineralien. Auch findet sich hier das Weissbleierz als Pseudomorphose nach Bleiglanz. Die Krystalle des hiesigen Weissbleierzes sind, wie schon Gustav Rose[1]) sie beschrieben hat, theils prismatisch, theils von der bekannten Hexagondodekaëder-ähnlichen Form (Fig. 1 und 1 bis, 2 und 2 bis), und finden sich ebenso häufig zwillingsartig verwachsen als einfach. Sie sind gewöhnlich meistens klein, die prismatischen Krystalle sind, wie auch schon G. Rose erwähnt hat, von einem ausserordentlichen Glanze und einer grossen Glätte der Flächen, dabei durchsichtig und von Demantglanz, die Dodekaëder-ähnlichen sind weniger glattflächig, nur durchscheinend und von Fettglanz, nicht selten graulich-schwarz und von der Beschaffenheit des sogenannten Schwarzbleierzes. Man findet auch in den Gruben von Beresowsk Krystalle des Weissbleierzes, die sich durch einen ganz besonderen Habitus auszeichnen. Diese letzteren sind bisher noch nicht beschrieben worden, weshalb ich hier in einige nähere Details über dieselben eingehen werde. Sie zeichnen sich vorzüglich durch eine ganz eigenthühmliche Farbe aus, dieselbe ist nämlich ganz rein schwefelgelb, und ebenso intensiv und schön wie die der natürlichen Schwefelkrystalle aus Spanien, mit welchen sie bei flüchtigem Blicke leicht verwechselt werden können. Was ihre Krystallisation anbetrifft, so zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie in der Richtung der Brachydiagonale sehr ausgedehnt sind (vergl. Fig. 9 und 9 bis, Fig. 15 und 15 bis). In diesen Krystallen sind, wie es aus den Figuren ersichtlich ist, vorzüglich die Flächen des Pinakoids $c = 0P$ sehr entwickelt, dann folgen die Flächen der Grundpyramide $p = P$ und endlich die Flächen der Brachydomen $x = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$ und $k = \breve{P}\infty$, und die des Brachypinakoids $a = \infty\breve{P}\infty$. An einigen von diesen Krystallen habe ich auch die Flächen des Brachydomas $i = 2\breve{P}\infty$ beobachtet. Diese schönen gelben Krystalle kommen fast immer auf den Krystallen des Rothbleierzes aufgewachsen vor.

Die Pseudomorphosen von Weissbleierz nach Bleiglanz, welche auch bisweilen auf den Goldgängen von Beresowsk vorkommen, wurden, meines Wissens zuerst kurz von D. v. Sokolow[2]) und nachher sehr ausführlich von Victor Ritter v. Zepharowich[3]) beschrieben. Dieser letzte Gelehrte schreibt unter Anderem:

---

1) G. Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin 1837, Bd. I, S. 211.

2) Д. Соколовъ: Руководство къ Минералогіи, С. П. Б. 1832, часть II, стр. 698.

3) Victor Ritter Zepharowich. Ueber eine Pseudomorphose von Weissbleierz nach Bleiglanz. (Aus den Berichten über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. Gesammelt und herausgegeben von Wilh. Haidinger, VI. Band. November 1849, Seite 121).

«Auf der kleinen Handstufe, die mir zur Untersuchung diente, sieht man Weissbleierz «und Bleiglanz noch vollkommen frisch. Der Bleiglanz ist von Spaltungsrichtungen nach «den Hexaëder-Flächen, die sich auch zu Spalten und Klüften erweitern, durchzogen. Es «ist eine derbe Varietät ohne freistehende Krystalle. Daher erscheint auch das Weissblei- «erz pseudomorph nach jenem, in würfeligen Formen, d. h. in solchen, die durch Flächen «der Spaltbarkeit begränzt sind. Es sind durch Spalten getrennte Würfel, die das Ansehen «von Krystallen gewonnen haben.»

«Das Weissbleierz als solches ist charakterisirt durch seine Härte, Farbe, Demant- «glanz, Durchsichtigkeit, Bruch u. s. w. Dem Aeusseren nach sind die Würfel entweder «von gelblich-weisser oder schwarzer Farbe, oder sie sind theilweise oder ganz mit einer «röthlich-braunen Rinde überzogen. Die Oberfläche ist dann im ersten Fall rauh, schim- «mernd oder demantartig glänzend. Aber in den anderen Farben-Abänderungen ist «sie matt.»

«Der grösste von den lichten, demantartig glänzenden Würfeln, dessen Kanten 4 «Linien lang sind, zeigt bei näherer Betrachtung eine Zusammensetzung aus parallel unter «sich mit den Hexaëder-Flächen liegenden Krystallen des Weissbleierzes. Ein einzelnes In- «dividuum, vier Linien lang und anderthalb Linien breit, tritt an der Oberfläche besonders «deutlich hervor und lässt ein Prisma mit horizontaler Streifung erkennen. Aber die Krys- «talle stossen ni cht vollkommen in einer Ebene zusammen, sie zeigen die der Zwillings- «bildung entsprechenden einspringenden Winkel, auch sind sie nicht glattflächig — so ent- «steht die rauhe schimmernde Oberfläche der Würfel.»

«Die schwarzen und röthlichen Würfel zeigen folgende Beschaffenheit. An den best- «erhaltenen Formen kann man den äusseren röthlich-braunen Ueberzug, dann eine blei- «graue Schicht beobachten. Im Inneren zeigt sich dann entweder zellig zerfressener Blei- «glanz, drusig mit sehr kleinen Weissbleierz-Krystallen besetzt, oder schon ein einziges «halb durchsichtiges, demantglänzendes Individuum von Weissbleierz füllt den Raum aus. «Aber oft sieht man diese Rinden leer, gleich viereckigen Fächern, ohne ausfüllende Masse. «An einigen Punkten, wo durch Risse und Spalten Raum geboten war, sind zarte nadel- «förmige Krystalle von Grünbleierz, in Büscheln gruppirt, abgesetzt. Auch Rothbleierz ist «an solchen Stellen zu finden. Der noch frische, unzersetzte Bleiglanz tritt keilförmig «zwischen die Massen von umgewandelten. Der Uebergang zwischen beiden ist stetig ge- «bildet. Als Mittelglieder treten die schwarzen Weissbleierz-Würfel auf. Zu beiden Seiten «des frischen Bleiglanzes — ziemlich an dessen Begrenzungslinien — haben sich breitere «Spalten gebildet, die nun mit Weiss- und Grünbleierz erfüllt sind, beide zum Theil «individualisirt. Vom Weissbleierz erscheint ein grosser glattflächiger Krystall von der «Länge eines halben Zolles, der sich zweimal, unter rechten Winkeln um Hexaëderkanten «biegend, den Kluftwänden anschliesst.»

Ganz dieselben Beschaffenheiten zeigt ein ziemlich grosses (ungefähr 5 Centimeter im Durchmesser) zum Theil in Weissbleierz verwandeltes Stück des Bleiglanzes von

Beresowsk, welches sich in der Sammlung Seiner Kaiserlichen Hoheit des Herzogs Nikolai Maximilianowitsch von Leuchtenberg befindet.

2) In geringer Menge, aber recht nett krystallisirt, kommt, nach den Angaben von Gustav Rose[1]), das Weissbleierz auch auf den Quarzgängen der *Bertewaja Gora* bei Nischne-Tagilsk vor.

3) In der Grube *Jermakowsk*, unweit der Hütte Alapajewsk (Perm'sches Gouvernement), kommt, nach den Exemplaren des Museums des Berg-Instituts[2]) zu urtheilen, das Weissbleierz zusammen mit Bleiocher vor.

Weissbleierz am Altai.

1) In dem *Schlangenberge* (Smeinogorsk, Smejewskaja Gora), an der Korbolicha, einem Nebenflusse des Flusses Alei, kommen, nach den Angaben von Renovantz[3]), verschiedene Varietäten des Weissbleierzes vor. Das hiesige krystallisirte Weissbleierz erscheint in Form von ziemlich grossen prismatischen Krystallen und in verschiedenen Farben, nämlich: weiss, grau, gelblich-weiss, schwärzlich-grau und fast schwarz. Einige von diesen Krystallen sind durchsichtig, andere durchscheinend, oder nur an den Kanten durchscheinend.

2) In der Grube *Solotuschinsk*, 68 Werst südwestlich vom Schlangenberge an der Solotuschka, einem Nebenflusse des Alei, kommen sehr schöne, obgleich von geringer Grösse, vollkommen weisse und vollkommen durchsichtige, zu Drusen vereinigte und, zusammen mit Drusen von Kupferlasur- und darin entstandenen Malachit-Krystallen, aufgewachsene Krystalle des Weissbleierzes vor.

Die Combinationen der Krystalle von Solotuschinsk sind gewöhnlich nicht complicirt und bestehen meistens aus den Formen $p = P$, $m = \infty P$, $r = \infty \breve{P}3$, $x = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $k = \breve{P}\infty$, $i = 2\breve{P}\infty$, $a = \infty\breve{P}\infty$ und $b = \infty\bar{P}\infty$. Die Berührungszwillinge sind sehr häufig und dabei grösstentheils nach einem neuen, bis jetzt im Weissbleierz noch nicht beobachteten Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche von $r = \infty\breve{P}3$ (Fig. 20 und 20 bis). Berührungs- und Durchkreuzungszwillinge nach dem alten Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche $m = \infty P$, kommen auch nicht selten vor. Die einspringenden Winkel der ersten Zwillinge (nach $r = \infty\breve{P}3$) habe ich ziemlich genau gemessen und für dieselben gefunden (vgl. Fig. 20):

---

1) G. Rose. Reise nach dem Ural und Altai. Berlin, 1837, Bd. I, S. 322 und 1842, Bd. II, S. 480.

2) В. В. Нефедьевъ. Краткій каталогъ минералогическаго собранія Музеума Горнаго Института. С. П. Б. 1871, стр. 557.

3) Минералогическія, географическія и другія смѣшанныя извѣстія о Алтайскихъ горахъ, принадлежащихъ къ Россійскому владѣнію, изданныя И. М. Ренованцомъ. Переводъ съ нѣмецкаго В. Севергина. С. П. Б. 1792. г. стр. 254.

	Nach Messung.		Nach Rechnung.
$p : p'$	$= 175° 34' 50''$	....	$= 175° 34' 36''$
$m : m'$	$= 174 \; 34 \; 0$	....	$= 174 \; 32 \; 50$

was also dem oben gegebenen Gesetze vollkommen entspricht.

3) In der Grube *Riddersk*, 184 Werst südöstlich vom Schlangenberge an der oberen Ulba, kommt das Weissbleierz in Krystallen von verschiedener und bisweilen sehr bedeutender Grösse vor. Diese Krystalle sind meistens zu grossen Drusen verbunden, sind vertical säulenförmig und oft auch tafelartig. Berührungs- und Durchkreuzungszwillinge und Drillinge sind sehr häufig. Die gewöhnliche Combination der einfachen Krystalle ist auf Fig. 17 und 17 bis abgebildet. Die Berührungszwillinge haben vorzüglich die Form der Fig. 26 und 26 bis, die Durchkreuzungszwillinge — die der Fig. 28 und 28 bis, und die Durchkreuzungsdrillinge — die der Fig. 32 und 32 bis. Bisweilen sind einige kleinere Krystalle weiss und durchsichtig, grösstentheils aber ist die Farbe der Krystalle gelblich-weiss bis schmutzig honiggelb, auch sind dieselben, vorzüglich die grösseren, nicht vollkommen durchsichtig, sondern durchscheinend, oder nur an den Kanten durchscheinend. Die Oberfläche der Krystalle ist auch nicht immer eben, sondern erhält meistens, durch Anhäufung mehrerer nicht vollkommen ausgebildeter Individuen, ein stalaktitartiges Ansehen. Die grossen Krystalle haben ungefähr 6 und mehr Centimeter in ihrem grössten Durchmesser.

4) In der Grube *Nikolajewsk*, in gerader Richtung 72 Werst südlich vom Schlangenberge, in der Nähe der unteren Ubà, kommt das Weissbleierz in Krystallen von mittelmässiger Grösse, im Eisenocher eingewachsen vor. Diese Krystalle sind oft sehr nett und bieten grösstentheils die Combination der Fig. 1 und 1 bis, Fig. 2 und 2 bis dar.

5) In der Grube *Talowsk*, südlich vom Schlangenberge, 6 Werst östlich von der Silbergrube Nikolajewsk, findet sich das Weissbleierz, nach den Angaben von Renovantz, von weisser und grauer Farbe und bisweilen ziemlich gut krystallisirt.

6) In den Gruben *Schemanaichinsk*, 6 Werst nördlich von dem Dorfe Schemanaicha, kommt das Weissbleierz auch, nach den Angaben von Renovantz, im Eisenocher vor.

7) Ausser den oben angeführten Fundorten kommt das Weissbleierz auch, nach den Exemplaren des Museums des Berg-Instituts[1]) zu urtheilen, in den Gruben: *Annensk* (zusammen mit Malachit und Kupferlasur), *Lasurewsk* (auf Brauneisenstein), *Goltzowsk* (auf Eisenocher) und *Salairsk* (zusammen mit Eisenocher und Schwerspath) vor.

---

1) В. В. Нефедьевъ. Краткій каталогъ минералогическаго собранія Музеума Горнаго Института. С. П. Б. 1871, стр. 557.

Weissbleierz in Transbaikalien.

In Transbaikalien trifft man, nach Grösse, Durchsichtigkeit und Vollkommenheit zu urtheilen, die schönsten Varietäten des Weissbleierzes von ganz Russland an. Die hauptsächlichsten Fundorte dieses Erzes liegen hier in den Gruben des Nertschinsker Bergreviers, nämlich:

1) In der Grube *Taininsk* wurden, vorzüglich in alten Zeiten, ausgezeichnete Krystalle des Weissbleierzes angetroffen, welche, wegen ihrer ausserordentlichen Grösse, Durchsichtigkeit und Vollkommenheit der Krystallisation, von den Liebhabern sehr theuer geschätzt und viel gesucht wurden. Um einen richtigen Begriff über den Habitus, die Grösse, Schönheit u. s. w. derselben zu geben, habe ich auf Fig. 24 und 24 bis ein Exemplar des Weissbleierzes aus dieser Grube, welches sich in der Sammlung meines hochverehrten Freundes P. v. Kotschubey befindet, mit allen Details und in natürlicher Grösse, gezeichnet. Dasselbe stellt einen sehr grossen Durchkreuzungsdrilling dar, dessen Individuen sehr nett, obgleich nicht ganz symmetrisch ausgebildet sind. Die Oberfläche dieses Exemplars ist ziemlich stark alterirt und daher erscheint sie als eine weisse undurchsichtige Haut, die das durchsichtige Innere bedeckt; aber ausser ihrer Undurchsichtigkeit zeigt diese Oberfläche sonst fast gar keine anderen Veränderungen, sie hat alle ihre ursprünglichen Eigenschaften, sogar ihren Glanz fast ganz beibehalten.

Die wichtigsten Combinationen der einfachen, Zwillings- und Drillingskrystalle aus dem hiesigen Fundorte sind auf Fig. 4 und 4 bis, Fig. 8 und 8 bis, Fig. 12 und 12 bis, Fig. 13 und 13 bis, Fig. 14 und 14 bis, Fig. 16 und 16 bis, Fig. 18 und 18 bis, Fig. 19 und 19 bis, Fig. 21 und 21 bis, Fig. 23 und 23 bis, Fig. 27 und 27 bis, Fig. 30 und 30 bis dargestellt.

Die Combination der Fig. 18 habe ich an einem sehr grossen Krystalle aus der Sammlung des Herrn P. v. Kotschubey beobachtet. Dieser Krystall hat ungefähr 4 Centimeter in der Richtung der Brachydiagonale und ungefähr 3 Centimeter in der Richtung der Makrodiagonale und der Verticalaxe. Er ist vollkommen klar, ohne einen einzigen Riss.

Ein Krystall von der Combination der Fig. 16 befindet sich auch in der Sammlung von P. v. Kotschubey. Er ist auch sehr gross, aber weniger durchsichtig als der vorhergehende.

Ein sehr grosser (ungefähr $7\frac{1}{2}$ Centimeter in der Richtung einer der Combinationskanten $\frac{m}{c}$) und ziemlich durchsichtiger Zwilling, von der Art der Fig. 19, befindet sich in der Sammlung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

Ein ausgezeichnet schöner und ziemlich grosser, obgleich nicht ganz durchsichtiger Drillingskrystall von der Art der Fig. 23, befindet sich in der Sammlung Seiner Kaiserlichen Hoheit Herzog Nikolai Maximilianowitsch von Leuchtenberg.

Die übrigen Zeichnungen habe ich vorzüglich nach den Exemplaren des Museums des Berg-Instituts zu St. Petersburg ausgeführt.

Auch findet man in der Grube Taininsk sehr grosse (ungefähr 6 Centimeter im Durchmesser) und höchst merkwürdige Afterkrystalle von Weissbleierz. Diese Afterkrystalle besitzen, nach den Untersuchungen von P. v. Jeremejew, die Form des Bleivitriols. Sie haben eine ziemlich reine weisse Farbe und sind nur an den Kanten durchscheinend. Ihre Flächen sind wenig glänzend, aber ziemlich eben, ihr Inneres besteht aus einer grossen Menge drusenartig gruppirter kleiner Weissbleierzkrystalle und an einigen Stellen ist es auch leer.

Das Weissbleierz von Taininsk wurde von John[1]) chemisch untersucht; dieser Gelehrte hat gefunden:

Kohlensäure................	15,5
Bleioxyd..................	81,4
	96,9

2) In der Grube *Kadainsk* trifft man sehr schöne krystallisirte Varietäten des Weissbleierzes an. Die wichtigsten Combinationen, welche die Krystalle aus diesem Fundorte darbieten, sind auf Fig. 3 und 3 bis, Fig. 5 und 5 bis, Fig. 6 und 6 bis, Fig. 7 und 7 bis, Fig. 22 und 22 bis, Fig. 29 und 29 bis, Fig. 30 und 30 bis, Fig. 31 und 31 bis dargestellt. Die Krystalle, welche durch meine Hände gegangen sind, waren nicht sehr gross und nicht ganz durchsichtig, aber sehr gut ausgebildet und reich an Flächen.

3) In der Grube *Trech-Swjatitelsk* kommt sehr nett krystallisirtes Weissbleierz von der Form der Fig. 3 und 3 bis und Fig. 25 und 25 bis vor.

4) In der Grube *Ildekansk* findet sich das Weissbleierz bisweilen in sehr grossen und sehr gut ausgebildeten Krystallen, welche oft zu Drusen vereinigt und zusammen mit Kieselzinkerz vorkommen. Die einfachen Krystalle sind meistens von der Form der Fig. 5 und 5 bis, Fig. 6 und 6 bis und Fig. 7 und 7 bis. Die Zwillinge und Drillinge nach Art der Fig. 22 und 22 bis, Fig. 28 und 28 bis und Fig. 32 und 32 bis.

5) In der Grube *Klitschkinsk* findet sich das Weissbleierz in Krystallen von geringer Grösse, welche zu Drusen vereinigt sind und oft auch auf Zinkspath aufgewachsen vorkommen. Man trifft hier auch bisweilen die stänglichen Varietäten dieses Erzes an.

6) In der Grube *Katharininsk* kommen sehr schöne Krystalle des Weissbleierzes vor, welche die Combinationen bieten, die sehr ähnlich mit denen der Krystalle aus der Grube Ildekansk sind.

7) In der Grube *Maltzowsk* kommen sehr schöne und ziemlich grosse Krystalle vom Weissbleierz vor. Ein Krystall aus dieser Localität, welchen ich meinem hochverehrten

1) Handbuch der Mineralchemie von C. F. Rammelsberg. Leipzig 1860, S. 207.

Freunde J. v. Eichwald verdanke, war ein Drillingskrystall von der Form der Fig. 29 und 29 bis.

Ausser diesen Localitäten kommt, nach den Angaben von A. v. Osersky[1]), das Weissbleierz auch in den Gruben *Blagodatsk*, *Wosdwischensk*, *Michailowsk* und *Kilginsk* vor, und, nach den Exemplaren des Museums des Berg-Instituts[2]) zu urtheilen — in den Gruben: *Preobraschensk* (Distanz Kultuminsk), *Serentuewsk*, *Gasimursk*, *Schilkinsko-Kathariuinsk* und *Popowsk* (Kirgisensteppe, 70 Werst südlich von Karkarali).

Resultate der genauen Krystallmessungen.

Ich habe nämlich 17 Krystalle des Weissbleierzes, sowohl aus russischen, als auch ausländischen Fundorten (Monte Poni und Przibram), genau gemessen. In den nachfolgenden Tabellen sind nur die genauen Messungen gegeben, welche mit dem Mitscherlich'schen Goniometer, das mit *einem* Fernrohre versehen war, ausgeführt wurden. Die erwähnten Tabellen sind in drei Columnen getheilt: a) die erste Columne, unter dem Titel «Krystalle und Reflexion», enthält die gemessenen und durch № 1, № 2 u. s. w. (aber für einen jeden Fundort ist eine besondere Numeration angewandt worden) bezeichneten Krystalle und den Grad der Reflexion der Flächen; für die Reflexion sind drei Grade angenommen: *sehr gut*, *gut* und *ziemlich;* die ausgezeichnetste Reflexion, ohne Verdoppelung, ist nämlich mit dem Worte «sehr gut», die etwas weniger klare Reflexion mit dem Worte «gut», und endlich die Reflexion, bei welcher die Ränder des zu reflectirenden Gegenstandes wie in Nebel gehüllt erschienen, mit dem Worte «ziemlich» bezeichnet; b) die zweite Columne, unter dem Titel «gemessen», enthält die durch unmittelbare Messungen gefundenen Werthe für die Krystall-Winkel; bei mehreren Werthen ist auch ihr arithmetischer Mittelwerth angegeben; c) die dritte Columne, unter dem Titel «Berechnet und Differenz», enthält die berechneten Werthe für die in der ersten Columne bezeichneten Winkel, die Differenzen, welche zwischen den durch Messung gefundenen und durch Rechnung erhaltenen Werthen stattfinden, und endlich die mittleren Differenzen.

---

1) А. Озерскій. Очеркъ Геологіи, минеральныхъ богатствъ и горнаго промысла Забайкалья. С. П. Б. 1867 г. стр. 78.

2) В. Нефедьевъ. Краткій каталогъ минералогическаго собранія Музеума Горнаго Института. С. П. Б. 1871, стр. 558.

Messungen der Weissbleierz-Krystalle.

$a : b : c = 1{,}18531 : 1{,}63943 : 1$. $m = \infty P$, $r = \infty \breve{P} 3$, $y = \frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $x = \frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $q = \frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $k = \breve{P}\infty$, $i = 2\breve{P}\infty$, $v = 3\breve{P}\infty$, $z = 4\breve{P}\infty$, $n = 5\breve{P}\infty$, $t = 6\breve{P}\infty$, $u = 7\breve{P}\infty$, $p = P$, $s = 2\breve{P}2$, $h = \frac{1}{4}P$, $g = \frac{1}{3}P$, $o = \frac{1}{2}P$, $w = 2\bar{P}2$, $a = \infty\breve{P}\infty$, $b = \infty\bar{P}\infty$, $c = 0P$.

Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	$p : p$ (Brachydiagonale Kante.)	130° 0′ 32″
	Monte Poni.	
№ 2, sehr gut	130° 0′ 30″	— 0 0 2
	Przibram.	
№ 3, sehr gut	130 0 30	— 0 0 2
	Solotuschinsk.	
№ 2, gut	130 0 30	— 0 0 2
	Kadainsk.	
№ 2, sehr gut	130 0 30	— 0 0 2
№ 3, sehr gut	130 0 30	— 0 0 2
	Trech-Swjatitelsk.	
№ 1, gut	130 0 40	+ 0 0 8
Mittel......	130° 0′ 32″	0° 0′ 0″
	$p : p$ (Mittelkante.)	108 28 24
	Przibram.	
№ 3, sehr gut	108 28 0	— 0 0 24
	Kadainsk.	
№ 1, ziemlich	108 27 10	— 0 1 14
And. Kante, ziemlich	108 27 0	— 0 1 24
№ 4, ziemlich	108 28 20	— 0 0 4
	Ildekansk.	
№ 1, gut	108 28 0	— 0 0 24
Mittel......	108° 27′ 42″	— 0° 0′ 42″

Messungen der Weissbleierz-Krystalle.

Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	p : *m* (Anliegende.)	144° 14′ 12″
	Monte Poni.	
№ 1, sehr gut	144° 14′ 10″	— 0 0 2
№ 2, sehr gut	144 14 0	— 0 0 12
And. Kante, gut	144 14 0	— 0 0 12
	Przibram.	
№ 3, sehr gut	144 14 30	+ 0 0 18
	Kadainsk.	
№ 1, gut	144 15 0	+ 0 0 48
№ 2, sehr gut	144 13 30	— 0 0 42
№ 3, gut	144 16 30	+ 0 2 18
And. Kante, sehr gut	144 14 10	— 0 0 2
№ 4, ziemlich	144 14 0	— 0 0 12
Mittel......	144° 14′ 26″	+ 0° 0′ 14″
	m : *m* (Brachydiagonale Kante.)	117 14 10
	Monte Poni.	
№ 1, sehr gut	117 14 50	+ 0 0 40
№ 2, sehr gut	117 14 20	+ 0 0 10
№ 3, sehr gut	117 13 30	— 0 0 40
№ 4, ziemlich	117 11 30	— 0 2 40
	Przibram.	
№ 1, sehr gut	117 13 50	— 0 0 20
№ 2, ziemlich	117 15 40	+ 0 1 30
№ 3, sehr gut	117 14 10	0 0 0
	Solotuschinsk.	
№ 2, gut	117 13 50	— 0 0 20

Messungen der Weissbleierz-Krystalle.

Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	Kadainsk.	
№ 1, gut	117° 14′ 20″	+ 0° 0′ 10″
№ 2, ziemlich	117 14 30	+ 0 0 20
№ 3, sehr gut	117 14 0	— 0 0 10
	Nikolajewsk.	
№ 1, sehr gut	117 14 30	+ 0 0 20
	Ildekansk.	
№ 1, ziemlich	117 14 0	— 0 0 10
№ 2, gut	117 14 0	— 0 0 10
	Trech-Swjatitelsk.	
№ 1, ziemlich	117 16 30	+ 0 2 20
Mittel......	117° 14′ 14″	+ 0° 0′ 4″
	m : *r* (Anliegende.)	150 2 15
	Przibram.	
№ 1, ziemlich	150 4 0	+ 0 1 45
And. Kante, ziemlich	150 2 0	— 0 0 15
	Solotuschinsk.	
№ 2, ziemlich	150 2 20	+ 0 0 5
	Kadainsk.	
№ 1, ziemlich	150 2 30	+ 0 0 15
Mittel.......	150° 2′ 43″	+ 0° 0′ 28″
	m : *r* (Über *m*.)	87 16 25
	Przibram.	
№ 1, ziemlich..............	87 20 0	+ 0 3 35

Messungen der Weissbleierz-Krystalle.		
Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	$r : r$ (Brachydiagonale Kante.)	57° 18′ 40″
	Przibram.	
№ 1, ziemlich	57° 21′ 40″	+ 0 3 0
	Solotuschinsk. (Zwillingskrystall nach $\infty\breve{P}3$.)	
	$p : p'$ (Einspringender Winkel.)	175 34 36
№ 1, ziemlich	175 34 50	+ 0 0 14
	$m : m'$ (Einspringender Winkel.)	174 32 50
№ 1, ziemlich	174 34 0	+ 0 1 10

Die in den oben angeführten Tabellen gegebenen Messungen dienten mir, um ein möglichst genaues Axenverhältniss abzuleiten. Die nachfolgenden Tabellen enthalten die Resultate sehr genauer Messungen, welche ich an einem und demselben ausgezeichnet gut ausgebildeten Krystalle vom *Monte Poni* (Insel Sardinien) ausgeführt habe; derselbe stammt aus der Sammlung Seiner Kaiserlichen Hoheit des Herzogs Nicolai Maximilianowitsch von Leuchtenberg. Es ist zu bewundern, dass in diesem Krystalle, den man, nach seinen Dimensionen (ungefähr 2 Centimeter lang und $1\frac{1}{2}$ Centimeter dick), schon als einen ziemlich grossen ansehen muss, eine so überraschende Uebereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Winkeln herrscht.

Messungen eines Weissbleierz-Krystalles vom Monte Poni.		
Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
Ein und derselbe Krystall.	Monte Poni.	
	p : *c*	125° 45′ 48″
№ 1, gut	125° 45′ 10″	— 0 0 38
	p : *m* (Anliegende.)	144 14 12
№ 1, sehr gut	144 14 10	— 0 0 2
	p : *o* (Anliegende.)	160 31 55
№ 1, sehr gut	160 31 20	— 0 0 35
	p : *s* (Anliegende.)	161 59 53
№ 1, gut	162 0 10	+ 0 0 17
	p : *w* (Anliegende.)	161 20 44
№ 1, sehr gut	161 20 30	— 0 0 14
	o : *c*	145 13 53
№ 1, gut	145 13 40	— 0 0 13
	o : *m*	124 46 7
№ 1, sehr gut	124 45 30	— 0 0 37
And. Kante, gut.............	124 46 0	— 0 0 7
Mittel......	124° 45′ 45″	— 0° 0′ 22″
	o : *o* (Brachydiagonale Polkante.)	145 27 0
№ 1, sehr gut	145 26 30	— 0 0 30
	o : *y* (Anliegende.)	162 43 30
№ 1, sehr gut	162 43 20	— 0 0 10
And. Kante, sehr gut........	162 43 0	— 0 0 30
Mittel.......	162° 43′ 10″	— 0° 0′ 20″

Messungen eines Weissbleierz-Krystalles vom Monte Poni.

Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	o : *x* (Anliegende.)	150° 52′ 0″
№ 1, sehr gut	150° 52′ 0″	0 0 0
	o : *w* (Anliegende.)	145 2 24
№ 1, sehr gut	145 0 10	— 0 2 14
And. Kante, sehr gut	145 1 40	— 0 0 44
Mittel......	145° 0′ 55″	— 0° 1′ 29″
	o : *w* (Nicht anliegende.)	131 12 51
№ 1, sehr gut	131 12 30	— 0 0 21
	w : *m* (Anliegende.)	153 54 52
№ 1, sehr gut	153 54 40	— 0 0 12
And. Kante, sehr gut	153 55 30	+ 0 0 38
Mittel......	153° 55′ 5″	+ 0° 0′ 13″
	w : *y* (Anliegende.)	140 43 34
№ 1, sehr gut	140 42 40	— 0 0 54
And. Kante, sehr gut	140 43 40	+ 0 0 6
Mittel......	140° 43′ 10″	— 0° 0′ 24″
	w : *w* (Brachydiagonale Polkante.)	148 36 32
№ 1, sehr gut	148 35 50	— 0 0 42
	s : *c*	118 8 22
№ 1, ziemlich	118 7 40	— 0 0 42
	s : *m* (Anliegende.)	146 20 34
№ 1, gut	146 21 0	+ 0 0 26

Messungen eines Weissbleierz-Krystalles vom Monte Poni.		
Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	$s : y$	133° 41′ 15″
№ 1, ziemlich	133° 39′ 50″	— 0 1 25
	$y : c$	149 20 48
№ 1, gut	149 20 40	— 0 0 8
	$y : x$	144 0 4
№ 1, sehr gut	144 0 20	+ 0 0 16
	$y : q$	140 48 0
№ 1, ziemlich	140 49 20	+ 0 1 20
	$y : k$	134 11 54
№ 1, gut	134 13 0	+ 0 1 6
	$x : c$	160 7 30
№ 1, gut	160 8 0	+ 0 0 30
And. Kante, gut............	160 8 0	+ 0 0 30
Mittel......	160° 8′ 0″	+ 0° 0′ 30″
	$x : q$	174 8 27
№ 1, ziemlich	174 8 30	+ 0 0 3
	$x : k$	164 0 29
№ 1, ziemlich	164 0 0	— 0 0 29
	$x : x$ (Brachydiagonale Polkante.)	140 15 0
№ 1, sehr gut	140 15 0	0 0 0
	$q : c$	154 15 57
№ 1, ziemlich	154 16 30	+ 0 0 33
	$q : k$	169 52 2
№ 1, ziemlich	169 52 0	— 0 0 2
	$k : c$	144 7 59
№ 1, gut	144 7 50	— 0 0 9

Messungen eines Weissbleierz-Krystalles vom Monte Poni.		
Krystalle und Reflexion.	Gemessen.	Berechnet und Differenz.
	$m:c$	90° 0′ 0″
№ 1, gut	90° 0′ 30″	+ 0 0 30
	$m:m$ (Brachydiagonale Polkante.)	117 14 10
№ 1, sehr gut	117 14 50	+ 0 0 40

Die berechneten Winkel des Weissbleierzes.

Wir werden hier die Resultate der Berechnungen nicht nur für die Formen der russischen, sondern auch für alle bis jetzt bekannten Formen der Weissbleierz-Krystalle geben.

Wenn wir in jeder rhombischen Pyramide die makrodiagonalen Polkanten mit X, die brachydiagonalen Polkanten mit Y, die Mittelkanten mit Z bezeichnen, und ferner den Winkel der makrodiagonalen Polkante gegen die Hauptaxe mit α, den Winkel der brachydiagonalen Polkante gegen die Hauptaxe mit β und den Winkel der Mittelkante gegen die Makrodiagonale der Grundform mit γ, so lassen sich aus dem von uns abgeleiteten Axenverhältnisse für die Grundform a : b : c = 1,18531 : 1,63943 : 1 (wo a Hauptaxe, b Makrodiagonale und c Brachydiagonale ist) folgende Winkel berechnen:

$h = \frac{1}{4}P.$

$\frac{1}{2}X = 73°\ 44'\ 35''$	$X = 147°\ 29'\ 10''$
$\frac{1}{2}Y = 80\ \ 10\ \ 6$	$Y = 160\ \ 20\ \ 12$
$\frac{1}{2}Z = 19\ \ 8\ \ 31$	$Z = 38\ \ 17\ \ 2$

$\alpha = 79°\ 45'\ 16''$
$\beta = 73\ \ 29\ \ 38$
$\gamma = 31\ \ 22\ \ 55$

$g = \frac{1}{3}P.$

$\frac{1}{2}X = 68° 59' 16''$	$X = 137° 58' 32''$
$\frac{1}{2}Y = 77\ 21\ 59$	$Y = 154\ 43\ 58$
$\frac{1}{2}Z = 24\ 50\ 6$	$Z = 49\ 40\ 12$

$\alpha = 76° 27' 0''$
$\beta = 68\ 26\ 27$
$\gamma = 31\ 22\ 55$

$o = \frac{1}{2}P.$

$\frac{1}{2}X = 60° 52' 0''$	$X = 121° 44' 0''$
$\frac{1}{2}Y = 72\ 43\ 30$	$Y = 145\ 27\ 0$
$\frac{1}{2}Z = 34\ 46\ 7$	$Z = 69\ 32\ 14$

$\alpha = 70° 7' 30''$
$\beta = 59\ 20\ 48$
$\gamma = 31\ 22\ 55$

$p = P.$

$\frac{1}{2}X = 46° 9' 10''$	$X = 92° 18' 20''$
$\frac{1}{2}Y = 65\ 0\ 16$	$Y = 130\ 0\ 32$
$\frac{1}{2}Z = 54\ 14\ 12$	$Z = 108\ 28\ 24$

$\alpha = 54° 7' 59''$
$\beta = 40\ 9\ 11$
$\gamma = 31\ 22\ 55$

$w = 2\bar{P}2.$

$\frac{1}{2}X = 27° 29' 54''$	$X = 54° 59' 48''$
$\frac{1}{2}Y = 74\ 18\ 16$	$Y = 148\ 36\ 32$
$\frac{1}{2}Z = 68\ 1\ 36$	$Z = 136\ 3\ 12$

$\alpha = 54° 7' 59''$
$\beta = 22\ 52\ 17$
$\gamma = 16\ 57\ 39$

$\alpha = \breve{P}2.$

$\frac{1}{2}X = 64^\circ\ 20'\ 46''$	$X = 128^\circ\ 41'\ 32''$
$\frac{1}{2}Y = 58\ \ 7\ \ 10$	$Y = 116\ \ 14\ \ 20$
$\frac{1}{2}Z = 43\ \ 4\ \ 19$	$Z = 86\ \ 8\ \ 38$

$\alpha = 54^\circ\ 7'\ 59''$
$\beta = 59\ \ 20\ \ 48$
$\gamma = 50\ \ 39\ \ 29$

$\beta = \breve{P}3.$

$\frac{1}{2}X = 72^\circ\ 14'\ 45''$	$X = 144^\circ\ 29'\ 30''$
$\frac{1}{2}Y = 56\ \ 4\ \ 57$	$Y = 112\ \ 9\ \ 54$
$\frac{1}{2}Z = 39\ \ 29\ \ 8$	$Z = 78\ \ 58\ \ 16$

$\alpha = 54^\circ\ 7'\ 59''$
$\beta = 68\ \ 26\ \ 27$
$\gamma = 61\ \ 20\ \ 40$

$s = 2\breve{P}2.$

$\frac{1}{2}X = 56^\circ\ 0'\ 44''$	$X = 112^\circ\ 1'\ 28''$
$\frac{1}{2}Y = 47\ \ 0\ \ 9$	$Y = 94\ \ 0\ \ 18$
$\frac{1}{2}Z = 61\ \ 51\ \ 38$	$Z = 123\ \ 43\ \ 16$

$\alpha = 34^\circ\ 39'\ 58''$
$\beta = 40\ \ 9\ \ 11$
$\gamma = 50\ \ 39\ \ 29$

$m = \infty P.$

$\frac{1}{2}X = 31^\circ\ 22'\ 55''$	$X = 62^\circ\ 45'\ 50''$
$\frac{1}{2}Y = 58\ \ 37\ \ 5$	$Y = 117\ \ 14\ \ 10$

$f = \infty\bar{P}\frac{5}{3}.$

$\frac{1}{2}X = 20^\circ\ 6'\ 6''$	$X = 40^\circ\ 12'\ 12''$
$\frac{1}{2}Y = 69\ \ 53\ \ 54$	$Y = 139\ \ 47\ \ 48$

$r = \infty\breve{P}3.$

$\frac{1}{2}X = 61^\circ\ 20'\ 40''$	$X = 122^\circ\ 41'\ 20''$
$\frac{1}{2}Y = 28\ \ 39\ \ 20$	$Y = 57\ \ 18\ \ 40$

$d = \frac{1}{3}\bar{P}\infty.$

$\frac{1}{2}X = 68° 26' 27''$	$X = 136° 52' 54''$
$\frac{1}{2}Z = 21\ 33\ 33$	$Z = 43\ 7\ 6$

$y = \frac{1}{2}\bar{P}\infty.$

$\frac{1}{2}X = 59° 20' 48''$	$X = 118° 41' 36''$
$\frac{1}{2}Z = 30\ 39\ 12$	$Z = 61\ 18\ 24$

$e = \bar{P}\infty.$

$\frac{1}{2}X = 40° 9' 11''$	$X = 80° 18' 22''$
$\frac{1}{2}Z = 49\ 50\ 49$	$Z = 99\ 41\ 38$

$l = 2\bar{P}\infty.$

$\frac{1}{2}X = 22° 52' 17''$	$X = 45° 44' 34''$
$\frac{1}{2}Z = 67\ 7\ 43$	$Z = 134\ 15\ 26$

$\gamma = \frac{1}{3}\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 76° 27' 0''$	$Y = 152° 54' 0''$
$\frac{1}{2}Z = 13\ 33\ 0$	$Z = 27\ 6\ 0$

$x = \frac{1}{2}\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 70° 7' 30''$	$Y = 140° 15' 0''$
$\frac{1}{2}Z = 19\ 52\ 30$	$Z = 39\ 45\ 0$

$q = \frac{2}{3}\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 64° 15' 57''$	$Y = 128° 31' 54''$
$\frac{1}{2}Z = 25\ 44\ 3$	$Z = 51\ 28\ 6$

$k = \breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 54° 7' 59''$	$Y = 108° 15' 58''$
$\frac{1}{2}Z = 35\ 52\ 1$	$Z = 71\ 44\ 2$

$i = 2\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 34° 39' 58''$	$Y = 69° 19' 56''$
$\frac{1}{2}Z = 55\ 20\ 2$	$Z = 110\ 40\ 4$

$v = 3\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 24° 45' 6''$	$Y = 49° 30' 12''$
$\frac{1}{2}Z = 65\ 14\ 54$	$Z = 130\ 29\ 48$

$z = 4\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 19° 4' 28''$	$Y = 38° 8' 56''$
$\frac{1}{2}Z = 70\ 55\ 32$	$Z = 141\ 51\ 4$

$n = 5\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 15° 27' 46''$	$Y = 30° 55' 32''$
$\frac{1}{2}Z = 74\ 32\ 14$	$Z = 149\ 4\ 28$

$t = 6\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 12° 58' 52''$	$Y = 25° 57' 44''$
$\frac{1}{2}Z = 77\ 1\ 8$	$Z = 154\ 2\ 16$

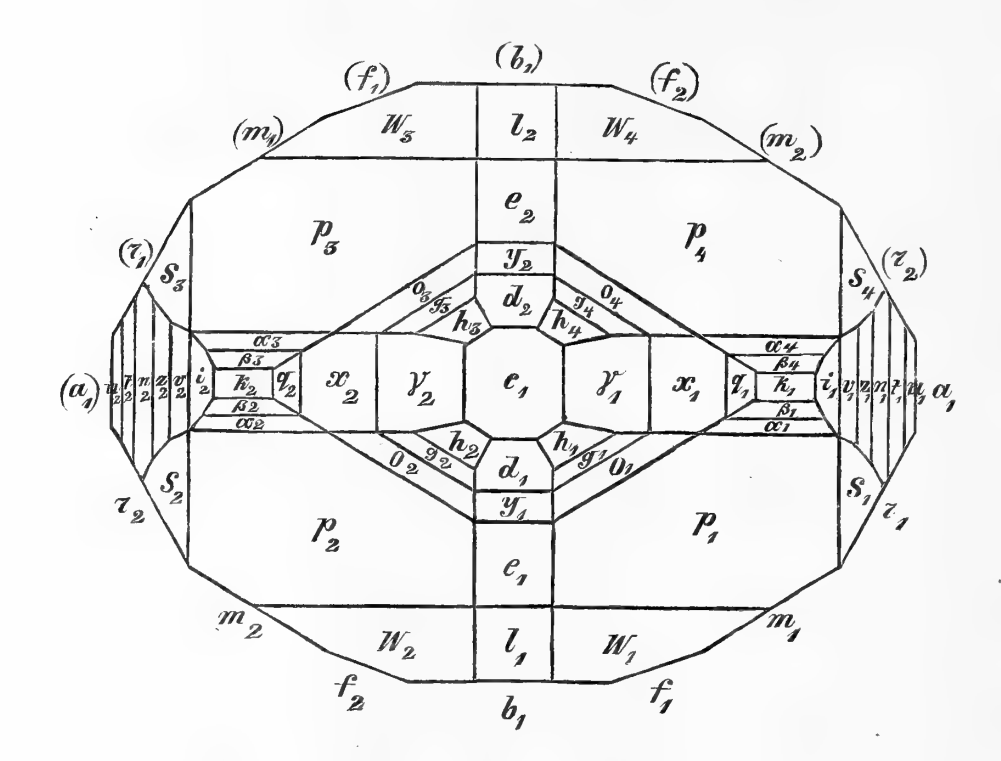
$u = 7\breve{P}\infty.$

$\frac{1}{2}Y = 11° 10' 37''$	$Y = 22° 21' 14''$
$\frac{1}{2}Z = 78\ 49\ 23$	$Z = 157\ 38\ 46$

Jetzt wollen wir uns zu den Winkeln wenden, welche die Flächen mit einander bilden. Da wir hier eine ziemlich grosse Anzahl derselben anführen wollen, so halten wir es nicht für überflüssig, zur besseren Anschauung, folgende Figur zu geben, die eine ideale Combination darstellt, in welcher alle bis jetzt bekannten Formen des Weissbleierzes zusammen vereinigt sind.

In dieser Figur sind die einzelnen Flächen durch besondere Zahlen und ihre parallelen durch Klammern bezeichnet, so z. B. m_1, (m_1), m_2, (m_2), p_1, p_2, p_3, p_4 u. s. w. Die verschiedenen Neigungen der Flächen werden vorzüglich nach den *Zonen* geordnet. Wir halten es auch für zweckmässig, jeder Zone die ihr entsprechende Bedingungsgleichung beizufügen, welche man leicht aus der allgemeinen Zonengleichung erhält:

$$\frac{1}{ab'c''} + \frac{1}{bc'a''} + \frac{1}{ca'b''} = \frac{1}{ab''c'} + \frac{1}{bc''a'} + \frac{1}{ca''b'}$$



Diese letztere ist bekanntlich eine allgemeine Formel oder Bedingungsgleichung, die zwischen den Parametern irgend dreier Flächen erfüllt sein muss, welche in eine Zone fallen, oder von welchen die eine, *F*, die von den beiden anderen, *F'* und *F''*, gebildete Kante abstumpft. In dieser Gleichung sind durch a, b, c die Parameter der Fläche *F*, durch a', b', c' die Parameter der Fläche *F'*, und durch a'', b'', c'' die Parameter der Fläche *F''* bezeichnet[1]).

1) W i n k e l i n d e r V e r t i c a l z o n e, d e r e n A x e d i e H a u p t a x e a i s t.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{1}{a} = 0.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$$a_1 = (\infty a : \; b : \infty c)$$
$$r_1 = (\infty a : \; b : 3c) \text{ und } r_2 = (\infty a : - \; b : 3c)$$
$$m_1 = (\infty a : \; b : \; c) \text{ und } m_2 = (\infty a : - \; b : \; c)$$
$$f_1 = (\infty a : \tfrac{5}{3}b : \; c) \text{ und } f_2 = (\infty a : -\tfrac{5}{3}b : \; c)$$
$$b_1 = (\infty a : \infty b : \; c)$$

1) Vergl. Anfangsgründe der Krystallographie von C. F. Naumann. Dresden und Leipzig, 1841, S. 25.

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : r_1$	=	151°	20′	40″
$a_1 : m_1$	=	121	22	55
$a_1 : f_1$	=	110	6	6
$a_1 : b_1$	=	90	0	0
$a_1 : f_2$	=	69	53	54
$a_1 : m_2$	=	58	37	5
$a_1 : r_2$	=	28	39	20
$r_1 : m_1$	=	150	2	15
$r_1 : f_1$	=	138	45	26
$r_1 : b_1$	=	118	39	20
$r_1 : f_2$	=	98	33	14
$r_1 : m_2$	=	87	16	25
$r_1 : r_2$	=	57	18	40
$m_1 : f_1$	=	168	43	11
$m_1 : b_1$	=	148	37	5
$m_1 : f_2$	=	128	30	59
$m_1 : m_2$	=	117	14	10
$f_1 : b_1$	=	159	53	54
$f_1 : f_2$	=	139	47	48

2) Winkel in der Zone, deren Axe die Makrodiagonale b ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{b} = 0$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : c)$
$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ und $l_2 = (a : \infty b : -\frac{1}{2}c)$
$e_1 = (a : \infty b : c)$ und $e_2 = (a : \infty b : - c)$
$y_1 = (a : \infty b : 2c)$ und $y_2 = (a : \infty b : -2c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$ und $d_2 = (a : \infty b : -3c)$
$c_1 = (a : \infty b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : l_1$	=	157°	7′	43″
$b_1 : e_1$	=	139	50	49
$b_1 : y_1$	=	120	39	12

$b_1 : d_1$	=	111°	33′	33″
$b_1 : c_1$	=	90	0	0
$b_1 : d_2$	=	68	26	27
$b_1 : y_2$	=	59	20	48
$b_1 : e_2$	=	40	9	11
$b_1 : l_2$	=	22	52	17
$l_1 : e_1$	=	162	43	6
$l_1 : y_1$	=	143	31	29
$l_1 : d_1$	=	134	25	50
$l_1 : c_1$	=	112	52	17
$l_1 : d_2$	=	91	18	44
$l_1 : y_2$	=	82	13	5
$l_1 : e_2$	=	63	1	28
$l_1 : l_2$	=	45	44	34
$e_1 : y_1$	=	160	48	23
$e_1 : d_1$	=	151	42	44
$e_1 : c_1$	=	130	9	11
$e_1 : d_2$	=	108	35	38
$e_1 : y_2$	=	99	29	59
$e_1 : e_2$	=	80	18	22
$y_1 : d_1$	=	170	54	21
$y_1 : c_1$	=	149	20	48
$y_1 : d_2$	=	127	47	15
$y_1 : y_2$	=	118	41	36
$d_1 : c_1$	=	158	26	27
$d_1 : d_2$	=	136	52	54

3) Winkel in der Zone, deren Axe die Brachydiagonale c ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{c} = 0$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : b : \infty c)$
$u_1 = (a : \frac{1}{7}b : \infty c)$ und $u_2 = (a : -\frac{1}{7}b : \infty c)$
$t_1 = (a : \frac{1}{6}b : \infty c)$ und $t_2 = (a : -\frac{1}{6}b : \infty c)$
$n_1 = (a : \frac{1}{5}b : \infty c)$ und $n_2 = (a : -\frac{1}{5}b : \infty c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ und $z_2 = (a : -\frac{1}{4}b : \infty c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ und $v_2 = (a : -\frac{1}{3}b : \infty c)$

$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ und $i_2 = (a : -\frac{1}{2}b : \infty c)$
$k_1 = (a : b : \infty c)$ und $k_2 = (a : - b : \infty c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$ und $q_2 = (a : -\frac{3}{2}b : \infty c)$
$x_1 = (a : 2b : \infty c)$ und $x_2 = (a : - 2b : \infty c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$ und $\gamma_2 = (a : - 3b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : u_1$	=	168°	49′	23″
$a_1 : t_1$	=	167	1	8
$a_1 : n_1$	=	164	32	14
$a_1 : z_1$	=	160	55	32
$a_1 : v_1$	=	155	14	54
$a_1 : i_1$	=	145	20	2
$a_1 : k_1$	=	125	52	1
$a_1 : q_1$	=	115	44	3
$a_1 : x_1$	=	109	52	30
$a_1 : \gamma_1$	=	103	33	0
$a_1 : c_1$	=	90	0	0
$a_1 : \gamma_2$	=	76	27	0
$a_1 : x_2$	=	70	7	30
$a_1 : q_2$	=	64	15	57
$a_1 : k_2$	=	54	7	59
$a_1 : i_2$	=	34	39	58
$a_1 : v_2$	=	24	45	6
$a_1 : z_2$	=	19	4	28
$a_1 : n_2$	=	15	27	46
$a_1 : t_2$	=	12	58	52
$a_1 : u_2$	=	11	10	37
$u_1 : t_1$	=	178	11	45
$u_1 : n_1$	=	175	42	51
$u_1 : z_1$	=	172	6	9
$u_1 : v_1$	=	166	25	31
$u_1 : i_1$	=	156	30	39
$u_1 : k_1$	=	137	2	38
$u_1 : q_1$	=	126	54	40
$u_1 : x_1$	=	121	3	7
$u_1 : \gamma_1$	=	114	43	37
$u_1 : c_1$	=	101	10	37

$u_1 : \gamma_2 =$	87°	37′	37″
$u_1 : x_2 =$	81	18	7
$u_1 : q_2 =$	75	26	34
$u_1 : k_2 =$	65	18	36
$u_1 : i_2 =$	45	50	35
$u_1 : v_2 =$	35	55	43
$u_1 : z_2 =$	30	15	5
$u_1 : n_2 =$	26	38	23
$u_1 : t_2 =$	24	9	29
$u_1 : u_2 =$	22	21	14
$t_1 : n_1 =$	177	31	6
$t_1 : z_1 =$	173	54	24
$t_1 : v_1 =$	168	13	46
$t_1 : i_1 =$	158	18	54
$t_1 : k_1 =$	138	50	53
$t_1 : q_1 =$	128	42	55
$t_1 : x_1 =$	122	51	22
$t_1 : \gamma_1 =$	116	31	52
$t_1 : c_1 =$	102	58	52
$t_1 : \gamma_2 =$	89	25	52
$t_1 : x_2 =$	83	6	22
$t_1 : q_2 =$	77	14	49
$t_1 : k_2 =$	67	6	51
$t_1 : i_2 =$	47	38	50
$t_1 : v_2 =$	37	43	58
$t_1 : z_2 =$	32	3	20
$t_1 : n_2 =$	28	26	38
$t_1 : t_2 =$	25	57	44
$n_1 : z_1 =$	176	23	18
$n_1 : v_1 =$	170	42	40
$n_1 : i_1 =$	160	47	48
$n_1 : k_1 =$	141	19	47
$n_1 : q_1 =$	131	11	49
$n_1 : x_1 =$	125	20	16
$n_1 : \gamma_1 =$	119	0	46
$n_1 : c_1 =$	105	27	46
$n_1 : \gamma_2 =$	91	54	46
$n_1 : x_2 =$	85	35	16
$n_1 : q_2 =$	79	43	43

$n_1 : k_2 =$	69° 35′ 45″
$n_1 : i_2 =$	50 7 44
$n_1 : v_2 =$	40 12 52
$n_1 : z_2 =$	34 32 14
$n_1 : n_2 =$	30 55 32
$z_1 : v_1 =$	174 19 22
$z_1 : i_1 =$	164 24 30
$z_1 : k_1 =$	144 56 29
$z_1 : q_1 =$	134 48 31
$z_1 : x_1 =$	128 56 58
$z_1 : \gamma_1 =$	122 37 28
$z_1 : c_1 =$	109 4 28
$z_1 : \gamma_2 =$	95 31 28
$z_1 : x_2 =$	89 11 58
$z_1 : q_2 =$	83 20 25
$z_1 : k_2 =$	73 12 27
$z_1 : i_2 =$	53 44 26
$z_1 : v_2 =$	43 49 34
$z_1 : z_2 =$	38 8 56
$v_1 : i_1 =$	170 5 8
$v_1 : k_1 =$	150 37 7
$v_1 : q_1 =$	140 29 9
$v_1 : x_1 =$	134 37 36
$v_1 : \gamma_1 =$	128 18 6
$v_1 : c_1 =$	114 45 6
$v_1 : \gamma_2 =$	101 12 6
$v_1 : x_2 =$	94 52 36
$v_1 : q_2 =$	89 1 3
$v_1 : k_2 =$	78 53 5
$v_1 : i_2 =$	59 25 4
$v_1 : v_2 =$	49 30 12
$i_1 : k_1 =$	160 31 59
$i_1 : q_1 =$	150 24 1
$i_1 : x_1 =$	144 32 28
$i_1 : \gamma_1 =$	138 12 58
$i_1 : c_1 =$	124 39 58
$i_1 : \gamma_2 =$	111 6 58
$i_1 : x_2 =$	104 47 28
$i_1 : q_2 =$	98 55 55

$i_1 : k_2$	=	88°	47′	57″
$i_1 : i_2$	=	69	19	56
$k_1 : q_1$	=	169	52	2
$k_1 : x_1$	=	164	0	29
$k_1 : \gamma_1$	=	157	40	59
$k_1 : c_1$	=	144	7	59
$k_1 : \gamma_2$	=	130	34	59
$k_1 : x_2$	=	124	15	29
$k_1 : q_2$	=	118	23	56
$k_1 : k_2$	=	108	15	58
$q_1 : x_1$	=	174	8	27
$q_1 : \gamma_1$	=	167	48	57
$q_1 : c_1$	=	154	15	57
$q_1 : \gamma_2$	=	140	42	57
$q_1 : x_2$	=	134	23	27
$q_1 : q_2$	=	128	31	54
$x_1 : \gamma_1$	=	173	40	30
$x_1 : c_1$	=	160	7	30
$x_1 : \gamma_2$	=	146	34	30
$x_1 : x_2$	=	140	15	0
$\gamma_1 : c_1$	=	166	27	0
$\gamma_1 : \gamma_2$	=	152	54	0

4) Winkel in der Zone, welche durch $p_1 = (a : b : c)$ und $b_1 = (\infty a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : c)$
$w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$ und $w_4 = (a : b : -\frac{1}{2}c)$
$p_1 = (a : b : c)$ und $p_4 = (a : b : -c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$ und $\alpha_4 = (a : b : -2c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $\beta_4 = (a : b : -3c)$
$k_1 = (a : b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : w_1$	=	152°	30′	6″
$b_1 : p_1$	=	133	50	50

$b_1 : \alpha_1$	=	115° 39′ 14″
$b_1 : \beta_1$	=	107 45 15
$b_1 : k_1$	=	90 0 0
$b_1 : \beta_4$	=	72 14 45
$b_1 : \alpha_4$	=	64 20 46
$b_1 : p_4$	=	46 9 10
$b_1 : w_4$	=	27 29 54
$w_1 : p_1$	=	161 20 44
$w_1 : \alpha_1$	=	143 9 8
$w_1 : \beta_1$	=	135 15 9
$w_1 : k_1$	=	117 29 54
$w_1 : \beta_4$	=	99 44 39
$w_1 : \alpha_4$	=	91 50 40
$w_1 : p_4$	=	73 39 4
$w_1 : w_4$	=	54 59 48
$p_1 : \alpha_1$	=	161 48 24
$p_1 : \beta_1$	=	153 54 25
$p_1 : k_1$	=	136 9 10
$p_1 : \beta_4$	=	118 23 55
$p_1 : \alpha_4$	=	110 29 56
$p_1 : p_4$	=	92 18 20
$\alpha_1 : \beta_1$	=	172 6 1
$\alpha_1 : k_1$	=	154 20 46
$\alpha_1 : \beta_4$	=	136 35 31
$\alpha_1 : \alpha_4$	=	128 41 32
$\beta_1 : k_1$	=	162 14 45
$\beta_1 : \beta_4$	=	144 29 30

5) Winkel in der Zone, welche durch $o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $b_1 = (\infty a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{2}{b}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : c)$

$o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $o_4 = (a : 2b : -2c)$

$x_1 = (a : 2b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : o_1 = 119° \; 8' \; 0''$
$b_1 : x_1 = 90 \; 0 \; 0$
$b_1 : o_4 = 60 \; 52 \; 0$
$o_1 : x_1 = 150 \; 52 \; 0$
$o_1 : o_4 = 121 \; 44 \; 0$

6) Winkel in der Zone, welche durch $g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $b_1 = (\infty a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $g_4 = (a : 3b : -3c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : g_1 = 111° \; 0' \; 44''$
$b_1 : \gamma_1 = 90 \; 0 \; 0$
$b_1 : g_4 = 68 \; 59 \; 16$
$g_1 : \gamma_1 = 158 \; 59 \; 16$
$g_1 : g_4 = 137 \; 58 \; 32$

7) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $b_1 = (\infty a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{4}{b}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $h_4 = (a : 4b : -4c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : h_1 = 106° \; 15' \; 25''$
$b_1 : h_4 = 73 \; 44 \; 35$
$h_1 : h_4 = 147 \; 29 \; 10$

8) Winkel in der Zone, welche durch $p_1 = (a : b : c)$ und $a_1 = (\infty a : b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : b : \infty c)$
$s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$ und $s_2 = (a : -\frac{1}{2}b : c)$
$p_1 = (a : b : c)$ und $p_2 = (a : -b : c)$
$e_1 = (a : \infty b : c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : s_1$	=	132°	59′	51″
$a_1 : p_1$	=	114	59	44
$a_1 : e_1$	=	90	0	0
$a_1 : p_2$	=	65	0	16
$a_1 : s_2$	=	47	0	9
$s_1 : p_1$	=	161	59	53
$s_1 : e_1$	=	137	0	9
$s_1 : p_2$	=	112	0	25
$s_1 : s_2$	=	94	0	18
$p_1 : e_1$	=	155	0	16
$p_1 : p_2$	=	130	0	32

9) Winkel in der Zone, welche durch $o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $a_1 = (\infty a : b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : b : \infty c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$ und $\alpha_2 = (a : -b : 2c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $o_2 = (a : -2b : 2c)$
$y_1 = (a : \infty b : 2c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : \alpha_1$	=	121°	52′	50″
$a_1 : o_1$	=	107	16	30
$a_1 : y_1$	=	90	0	0

$a_1 : o_2$	=	72°	43′	30″
$a_1 : \alpha_2$	=	58	7	10
$\alpha_1 : o_1$	=	165	23	40
$\alpha_1 : y_1$	=	148	7	10
$\alpha_1 : o_2$	=	130	50	40
$\alpha_1 : \alpha_2$	=	116	14	20
$o_1 : y_1$	=	162	43	30
$o_1 : o_2$	=	145	27	0

10) Winkel in der Zone, welche durch $g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $a_1 = (\infty a : b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : b : \infty c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $\beta_2 = (a : - b : 3c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $g_2 = (a : - 3b : 3c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : \beta_1$	=	123°	55′	3″
$a_1 : g_1$	=	102	38	1
$a_1 : d_1$	=	90	0	0
$a_1 : g_2$	=	77	21	59
$a_1 : \beta_2$	=	56	4	57
$\beta_1 : g_1$	=	158	42	58
$\beta_1 : d_1$	=	146	4	57
$\beta_1 : g_2$	=	133	26	56
$\beta_1 : \beta_2$	=	112	9	54
$g_1 : d_1$	=	167	21	59
$g_1 : g_2$	=	154	43	58

11) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $a_1 = (\infty a : b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : \; b : \infty c)$
$h_1 = (\; a : 4b : 4c)$ und $h_2 = (a : -4b : 4c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : h_1$	=	99° 49′ 54″
$a_1 : h_2$	=	80 10 6
$h_1 : h_2$	=	160 20 12

12) Winkel in der Zone, welche durch $s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$ und $b_1 = (\infty a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$b_1 = (\infty a : \infty b : \; c)$
$s_1 = (\; a : \frac{1}{2}b : \; c)$ und $s_4 = (a : \frac{1}{2}b : -c)$
$i_1 = (\; a : \frac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$b_1 : s_1$	=	123° 59′ 16″
$b_1 : i_1$	=	90 0 0
$b_1 : s_4$	=	56 0 44
$s_1 : i_1$	=	146 0 44
$s_1 : s_4$	=	112 1 28

13) Winkel in der Zone, welche durch $w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$ und $a_1 = (\infty a : b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$a_1 = (\infty a : \; b : \infty c)$
$w_1 = (\; a : \; b : \frac{1}{2}c)$ und $w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$
$l_1 = (\; a : \infty b : \frac{1}{2}c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$a_1 : w_1$ =	105°	41′	44″
$a_1 : l_1$ =	90	0	0
$a_1 : w_2$ =	74	18	16
$w_1 : l_1$ =	164	18	16
$w_1 : w_2$ =	148	36	32

14) Winkel in der Zone, welche durch $m_1 = (\infty a : b : c)$ und $c_1 = (a : \infty b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{b} = \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_1 = (\infty a : b : c)$
$p_1 = (a : b : c)$ und $p_3 = (a : -b : -c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $o_3 = (a : -2b : -2c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $g_3 = (a : -3b : -3c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $h_3 = (a : -4b : -4c)$
$c_1 = (a : \infty b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_1 : p_1$ =	144°	14′	12″
$m_1 : o_1$ =	124	46	7
$m_1 : g_1$ =	114	50	6
$m_1 : h_1$ =	109	8	31
$m_1 : c_1$ =	90	0	0
$m_1 : h_3$ =	70	51	29
$m_1 : g_3$ =	65	9	54
$m_1 : o_3$ =	55	13	53
$m_1 : p_3$ =	35	45	48
$p_1 : o_1$ =	160	31	55
$p_1 : g_1$ =	150	35	54
$p_1 : h_1$ =	144	54	19
$p_1 : c_1$ =	125	45	48
$p_1 : h_3$ =	106	37	17
$p_1 : g_3$ =	100	55	42
$p_1 : o_3$ =	90	59	41
$p_1 : p_3$ =	71	31	36

$o_1 : g_1$	=	170° 3′ 59″
$o_1 : h_1$	=	164 22 24
$o_1 : c_1$	=	145 13 53
$o_1 : h_3$	=	126 5 22
$o_1 : g_3$	=	120 23 47
$o_1 : o_3$	=	110 27 46
$g_1 : h_1$	=	174 18 25
$g_1 : c_1$	=	155 9 54
$g_1 : h_3$	=	136 1 23
$g_1 : g_3$	=	130 19 48
$h_1 : c_1$	=	160 51 29
$h_1 : h_3$	=	141 42 58

15) Winkel in der Zone, welche durch s_1 = (a : $\frac{1}{2}$b : c) und c_1 = (a : ∾b : ∾c) gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{b} = \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

s_1 = (a : $\frac{1}{2}$b : c) und s_3 = (a : — $\frac{1}{2}$b : — c)
α_1 = (a : b : 2 c) und α_3 = (a : — b : — 2c)
c_1 = (a : ∾b : ∾c)

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$s_1 : \alpha_1$	=	161° 12′ 41″
$s_1 : c_1$	=	118 8 22
$s_1 : \alpha_3$	=	75 4 3
$s_1 : s_3$	=	56 16 44
$\alpha_1 : c_1$	=	136 55 41
$\alpha_1 : \alpha_3$	=	93 51 22

16) Winkel in der Zone, welche durch r_1 = (∾a : b : 3c) und β_1 = (a : b : 3c) gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{b} = \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_1 = (\infty a : b : 3c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $\beta_3 = (a : -b : -3c)$
$c_1 = (a : \infty b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_1 : \beta_1$	=	129° 29′ 8″
$r_1 : c_1$	=	90 0 0
$r_1 : \beta_3$	=	50 30 52
$\beta_1 : c_1$	=	140 30 52
$\beta_1 : \beta_3$	=	101 1 44

17) Winkel in der Zone, welche durch $w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$ und $c_1 = (a : \infty b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{b} = \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$ und $w_3 = (a : -b : -\frac{1}{2}c)$
$c_1 = (a : \infty b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$w_1 : c_1$	=	111° 58′ 24″
$w_1 : w_3$	=	43 56 48

18) Winkel in der Zone, welche durch $m_2 = (\infty a : -b : c)$ und $w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_2 = (\infty a : -b : c)$
$w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$
$e_1 = (a : \infty b : c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$
$k_1 = (a : b : \infty c)$
$s_4 = (a : \frac{1}{2}b : -c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : w_2$	=	153° 54′ 50″
$m_2 : e_1$	=	130 43 53
$m_2 : o_1$	=	105 7 43
$m_2 : k_1$	=	72 14 8
$m_2 : s_4$	=	33 39 26
$w_2 : e_1$	=	156 49 3
$w_2 : o_1$	=	131 12 51
$w_2 : k_1$	=	98 19 18
$w_2 : s_4$	=	59 44 36
$e_1 : o_1$	=	154 23 50
$e_1 : k_1$	=	121 30 15
$e_1 : s_4$	=	82 55 33
$o_1 : k_1$	=	147 6 25
$o_1 : s_4$	=	108 31 43
$k_1 : s_4$	=	141 25 18

19) Winkel in der Zone, welche durch g_1 = (a : 3b : 3c) und y_1 = (a : ∞b :2c) gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

p_2 = (a : — b : c)
y_1 = (a : ∞b : 2c)
g_1 = (a : 3b : 3c)
k_1 = (a : b : ∞c)

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$p_2 : y_1$	=	148° 51′ 57″
$p_2 : g_1$	=	133 20 35
$p_2 : k_1$	=	103 3 51
$y_1 : g_1$	=	164 28 38
$y_1 : k_1$	=	134 11 54
$g_1 : k_1$	=	149 43 16

20) Winkel in der Zone, welche durch h_1 = (a : 4b : 4c) und d_1 = (a : ∞b : 3c) gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$
$s_2 = (a : - \frac{1}{2}b : c)$
$o_2 = (a : - 2b : 2c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$k_1 = (a : b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : s_2 =$	150°	3′	19″
$r_2 : o_2 =$	119	36	25
$r_2 : d_1 =$	100	8	57
$r_2 : h_1 =$	89	6	23
$r_2 : k_1 =$	59	3	35
$s_2 : o_2 =$	149	33	6
$s_2 : d_1 =$	130	5	38
$s_2 : h_1 =$	119	3	4
$s_2 : k_1 =$	89	0	16
$o_2 : d_1 =$	160	32	32
$o_2 : h_1 =$	149	29	58
$o_2 : k_1 =$	119	27	10
$d_1 : h_1 =$	168	57	26
$d_1 : k_1 =$	138	54	38
$h_1 : k_1 =$	149	57	12

21) Winkel in der Zone, welche durch $\alpha_2 = (a : - b : 2c)$ und $g_2 = (a : - 3b : 3c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$\alpha_2 = (a : - b : 2c)$
$g = (a : - 3b : 3c)$
$k_1 = (a : b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$$\alpha_2 : g_2 = 159° \quad 1' \quad 4''$$
$$\alpha_2 : k_1 = 106 \quad 24 \quad 42$$
$$g_2 : k_1 = 127 \quad 23 \quad 38$$

22) Winkel in der Zone, welche durch $g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $x_1 = (a : 2b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{1}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$$e_1 = (a : \infty b : c)$$
$$g_1 = (a : 3b : 3c)$$
$$x_1 = (a : 2b : \infty c)$$
$$p_4 = (a : b : -c)$$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$$e_1 : g_1 = 149° \; 14' \; 0''$$
$$e_1 : x_1 = 127 \quad 19 \quad 53$$
$$e_1 : p_4 = 81 \quad 13 \quad 18$$
$$g_1 : x_1 = 158 \quad 5 \quad 53$$
$$g_1 : p_4 = 111 \quad 59 \quad 18$$
$$x_1 : p_4 = 133 \quad 53 \quad 25$$

23) Winkel in der Zone, welche durch $\alpha_4 = (a : b : -2c)$ und $x_1 = (a : 2b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{2}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$$m_2 = (\infty a : -b : c)$$
$$y_1 = (a : \infty b : 2c)$$
$$h_1 = (a : 4b : 4c)$$
$$x_1 = (a : 2b : \infty c)$$
$$\alpha_4 = (a : b : -2c)$$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : y_1$	=	115°	48′	6″
$m_2 : h_1$	=	98	37	52
$m_2 : x_1$	=	79	48	10
$m_2 : \alpha_4$	=	49	51	43
$y_1 : h_1$	=	162	49	46
$y_1 : x_1$	=	144	0	4
$y_1 : \alpha_4$	=	114	3	37
$h_1 : x_1$	=	161	10	18
$h_1 : \alpha_4$	=	131	13	51
$x_1 : \alpha_4$	=	150	3	33

24) Winkel in der Zone, welche durch $p_2 = (a : -b : c)$ und $d_1 = (a : \infty b : 3c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$p_2 = (a : - b : c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$
$x_1 = (a : 2b : \infty c)$
$\beta_4 = (a : b : - 3c)$
$s_4 = (a : \frac{1}{2}b : - c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$p_2 : d_1$	=	142°	56′	58″
$p_2 : x_1$	=	113	57	8
$p_2 : \beta_4$	=	90	13	53
$p_2 : s_4$	=	66	26	8
$d_1 : x_1$	=	151	0	10
$d_1 : \beta_4$	=	127	16	55
$d_1 : s_4$	=	103	29	10
$x_1 : \beta_4$	=	156	16	45
$x_1 : s_4$	=	132	29	0
$\beta_4 : s_4$	=	156	12	15

25) Winkel in der Zone, welche durch $s_2 = (a : -\frac{1}{2}b : c)$ und $g_2 = (a : -3b : 3c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{5}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$s_2 = (a : -\frac{1}{2}b : c)$
$g_2 = (a : -3b : 3c)$
$x_1 = (a : 2b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$s_2 : g_2 = 141° \ 2' \ 30''$
$s_2 : x_1 = 102 \ 13 \ 15$
$g_2 : x_1 = 141 \ 10 \ 45$

26) Winkel in der Zone, welche durch $r_2 = (\infty a : -b : 3c)$ und $\alpha_2 = (a : -b : 2c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{6}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : -b : 3c)$
$\alpha_2 = (a : -b : 2c)$
$h_2 = (a : -4b : 4c)$
$x_1 = (a : 2b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : \alpha_2 = 132° \ 9' \ 0''$
$r_2 : h_2 = 106 \ 30 \ 16$
$r_2 : x_1 = 72 \ 38 \ 34$
$\alpha_2 : h_2 = 154 \ 21 \ 16$
$\alpha_2 : x_1 = 120 \ 29 \ 34$
$h_2 : x_1 = 146 \ 8 \ 18$

27) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$e_1 = (a : \infty b : c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$
$o_4 = (a : 2b : -2c)$
$w_4 = (a : b : -\frac{1}{2}c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$e_1 : h_1 =$	145° 24′ 4″
$e_1 : \gamma_1 =$	128 49 14
$e_1 : o_4 =$	99 4 3
$e_1 : w_4 =$	64 6 24
$h_1 : \gamma_1 =$	163 25 10
$h_1 : o_4 =$	133 39 59
$h_1 : w_4 =$	98 42 20
$\gamma_1 : o_4 =$	150 14 49
$\gamma_1 : w_4 =$	115 17 10
$o_4 : w_4 =$	145 2 21

28) Winkel in der Zone, welche durch $w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$ und $y_1 = (a : \infty b : 2c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$
$y_1 = (a : \infty b : 2c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$
$p_4 = (a : b : -c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$w_2 : y_1 =$	140° 43′ 34″
$w_2 : \gamma_1 =$	107 28 48
$w_2 : p_4 =$	59 19 45
$y_1 : \gamma_1 =$	146 45 14
$y_1 : p_4 =$	98 36 11
$\gamma_1 : p_4 =$	131 50 57

29) Winkel in der Zone, welche durch $m_2 = (\infty a : -b : c)$ und $d_1 = (a : \infty b : 3c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_2 = (\infty a : - b : c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : d_1 = 108° 16' 58''$
$m_2 : \gamma_1 = 82\ 59\ 32$
$d_1 : \gamma_1 = 154\ 42\ 34$

30) Winkel in der Zone, welche durch $p_2 = (a : - b : c)$ und $\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$p_2 = (a : - b : c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$
$\alpha_4 = (a : b : - 2c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$p_2 : \gamma_1 = 117° 58' 49''$
$p_2 : \alpha_4 = 84\ 28\ 57$
$\gamma_1 : \alpha_4 = 146\ 30\ 8$

31) Winkel in der Zone, welche durch $o_2 = (a : - 2b : 2c)$ und $\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{5}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$o_2 = (a : - 2b : 2c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$
$s_4 = (a : \frac{1}{2}b : - c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$o_2 : \gamma_1 = 136° \ 48' \ 16''$
$o_2 : s_4 = 84 \ 59 \ 40$
$\gamma_1 : s_4 = 128 \ 11 \ 24$

32) Winkel in der Zone, welche durch $g_2 = (a : -3b : 3c)$ und $\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{6}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$g_2 = (a : -3b : 3c)$
$\gamma_1 = (a : 3b : \infty c)$
$\beta_4 = (a : b : -3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$g_2 : \gamma_1 = 146° \ 12' \ 12''$
$g_2 : \beta_4 = 117 \ 58 \ 16$
$\gamma_1 : \beta_4 = 151 \ 46 \ 4$

33) Winkel in der Zone, welche durch $y_1 = (a : \infty b : 2c)$ und $g_4 = (a : 3b : -3c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{5}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$y_1 = (a : \infty b : 2c)$
$g_4 = (a : 3b : -3c)$
$w_4 = (a : b : -\frac{1}{2}c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$y_1 : g_4 = 126° \ 43' \ 11''$
$y_1 : w_4 = 82 \ 30 \ 36$
$g_4 : w_4 = 135 \ 47 \ 25$

34) Winkel in der Zone, welche durch $d_1 = (a : \infty b : 3c)$ und $w_2 = (a : -b : \frac{1}{2}c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{1}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$f_2 = (\infty a : -\ \tfrac{5}{3}b : c)$
$w_2 = (a : -\ b : \tfrac{1}{2}c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$f_2 : w_2 = 157°\ 48'\ 53''$
$f_2 : d_1 = 110\ \ 11\ \ 12$
$w_2 : d_1 = 132\ \ 22\ \ 19$

35) Winkel in der Zone, welche durch $m_2 = (\infty a : -b : c)$ und $l_1 = (a : \infty b : \tfrac{1}{2}c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_2 = (\infty a : -\ b : c)$
$l_1 = (a : \infty b : \tfrac{1}{2}c)$
$p_1 = (a : b : c)$
$i_1 = (a : \tfrac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : l_1 = 141°\ 52'\ \ 7''$
$m_2 : p_1 = 111\ \ 48\ \ 0$
$m_2 : i_1 = 64\ \ 38\ \ 26$
$l_1 : p_1 = 149\ \ 55\ \ 53$
$l_1 : i_1 = 102\ \ 46\ \ 19$
$p_1 : i_1 = 132\ \ 50\ \ 26$

36) Winkel in der Zone, welche durch $\alpha_1 = (a : b : 2c)$ und $i_1 = (a : \tfrac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$e_1 = (a : \infty b : c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$
$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$e_1 : \alpha_1 = 143° 19' 0''$
$e_1 : i_1 = 111 \quad 31 \quad 1$
$\alpha_1 : i_1 = 148 \quad 12 \quad 1$

37) Winkel in der Zone, welche durch $\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$
$p_2 = (a : - b : c)$
$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : p_2 = 134° 40' 3''$
$r_2 : o_1 = 88 \quad 26 \quad 44$
$r_2 : \beta_1 = 69 \quad 54 \quad 51$
$r_2 : i_1 = 43 \quad 48 \quad 5$
$p_2 : o_1 = 133 \quad 46 \quad 41$
$p_2 : \beta_1 = 115 \quad 14 \quad 48$
$p_2 : i_1 = 89 \quad 8 \quad 2$
$o_1 : \beta_1 = 161 \quad 28 \quad 7$
$o_1 : i_1 = 135 \quad 21 \quad 21$
$\beta_1 : i_1 = 153 \quad 53 \quad 14$

38) Winkel in der Zone, welche durch $s_2 = (a : - \frac{1}{2}b : c)$ und $y_1 = (a : \infty b : 2c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$s_2 = (a : -\frac{1}{2}b : c)$
$y_1 = (a : \infty b : 2c)$
$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$s_2 : y_1 = 133^\circ\ 41'\ 16''$
$s_2 : i_1 = 72\ \ 59\ \ 0$
$y_1 : i_1 = 119\ \ 17\ \ 44$

39) Winkel in der Zone, welche durch $g_1 = (a : 3b : 3c)$ und $i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{5}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$o_2 = (a : -2b : 2c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$
$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$o_2 : g_1 = 148^\circ\ 46'\ 19''$
$o_2 : i_1 = 102\ \ 53\ \ 7$
$g_1 : i_1 = 134\ \ 6\ \ 48$

40) Winkel in der Zone, welche durch $d_1 = (a : \infty b : 3c)$ und $i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$\alpha_2 = (a : -b : 2c)$
$d_1 = (a : \infty b : 3c)$
$i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$\alpha_2 : d_1 = 146^\circ\ 58'\ 47''$
$\alpha_2 : i_1 = 88\ \ 55\ \ 3$
$d_1 : i_1 = 121\ \ 56\ \ 16$

41) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{7}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$$g_2 = (a : -3b : 3c)$$
$$h_1 = (a : 4b : 4c)$$
$$i_1 = (a : \tfrac{1}{2}b : \infty c)$$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$g_2 : h_1 = 156° 58' 52''$
$g_2 : i_1 = 109 \quad 39 \quad 7$
$h_1 : i_1 = 132 \quad 40 \quad 15$

42) Winkel in der Zone, welche durch $h_2 = (a : -4b : 4c)$ und $i_1 = (a : \frac{1}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{9}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$$\beta_2 = (a : -b : 3c)$$
$$h_2 = (a : -4b : 4c)$$
$$i_1 = (a : \tfrac{1}{2}b : \infty c)$$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$\beta_2 : h_2 = 155° 28' 19''$
$\beta_2 : i_1 = 88 \quad 51 \quad 23$
$h_2 : i_1 = 113 \quad 23 \quad 4$

43) Winkel in der Zone, welche durch $o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{1}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$
$p_4 = (a : b : - c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : o_1 =$	140°	9′	37″
$l_1 : q_1 =$	110	29	40
$l_1 : p_4 =$	65	43	28
$o_1 : q_1 =$	150	20	3
$o_1 : p_4 =$	105	33	51
$q_1 : p_4 =$	135	13	48

44) Winkel in der Zone, welche durch $e_1 = (a : \infty b : c)$ und $q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$e_1 = (a : \infty b : c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$
$\alpha_4 = (a : b : - 2c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$e_1 : q_1 =$	125°	30′	44″
$e_1 : \alpha_4 =$	98	3	23
$q_1 : \alpha_4 =$	152	32	39

45) Winkel in der Zone, welche durch $\beta_4 = (a : b : - 3c)$ und $q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_2 = (\infty a : - b : c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$
$\beta_4 = (a : b : - 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : g_1 = 101° \; 4' \; 57''$
$m_2 : q_1 = 76 \; 55 \; 56$
$m_2 : \beta_4 = 56 \; 34 \; 17$
$g_1 : q_1 = 155 \; 50 \; 59$
$g_1 : \beta_4 = 135 \; 29 \; 20$
$q_1 : \beta_4 = 159 \; 38 \; 21$

46) Winkel in der Zone, welche durch $y_1 = (a : \infty b : 2c)$ und $s_4 = (a : \frac{1}{2}b : - c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$y_1 = (a : \infty b : 2c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$
$s_4 = (a : \frac{1}{2}b : - c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$y_1 : q_1 = 140° \; 48' \; 0''$
$y_1 : s_4 = 96 \; 55 \; 59$
$q_1 : s_4 = 136 \; 7 \; 59$

47) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{5}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$p_2 = (a : - b : c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$p_2 : h_1 = 132° \; 22' \; 7''$
$p_2 : q_1 = 110 \; 3 \; 36$
$h_1 : q_1 = 157 \; 41 \; 29$

48) Winkel in der Zone, welche durch $r_2 = (\infty a : -b : 3c)$ und $g_2 = (a : -3b : 3c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{9}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : -b : 3c)$
$g_2 = (a : -3b : 3c)$
$q_1 = (a : \frac{3}{2}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : g_2 = 111° 20' 18''$
$r_2 : q_1 = 67 \; 36 \; 12$
$g_2 : q_1 = 136 \; 15 \; 54$

49) Winkel in der Zone, welche durch $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ und $x_1 = (a : 2b : \infty c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{4}{b} + \frac{1}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$x_1 = (a : 2b : \infty c)$
$w_4 = (a : b : -\frac{1}{2}c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : x_1 = 111° 26' 21''$
$l_1 : w_4 = 47 \; 47 \; 21$
$x_1 : w_4 = 116 \; 21 \; 0$

50) Winkel in der Zone, welche durch $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ und $g_1 = (a : 3b : 3c)$ gegeben ist.

$$\text{Bedingungsgleichung: } \frac{2}{a} = \frac{5}{b} + \frac{1}{c}.$$

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$
$o_4 = (a : 2b : -2c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : g_1 = 133° \ 5' \ 10''$
$l_1 : o_4 = \ 82 \ 34 \ 16$
$g_1 : o_4 = 129 \ 29 \ \ 6$

51) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $p_4 = (a : b : -c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$f_2 = (\infty a : -\frac{5}{3}b : c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$p_4 = (a : b : -c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$f_2 : h_1 = 101° \ 46' \ 58''$
$f_2 : p_4 = \ 37 \ 16 \ 21$
$h_1 : p_4 = 115 \ 29 \ 23$

52) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{2}{a} = \frac{7}{b} + \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$g_4 = (a : 3b : -3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : h_1 = 128° \ 41' \ 25''$
$l_1 : g_4 = \ 91 \ 16 \ 50$
$h_1 : g_4 = 142 \ 35 \ 25$

53) Winkel in der Zone, welche durch $s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$ und $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$m_2 = (\infty a : - b : c)$
$w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$
$s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigst en Winkel in dieser Zone sind folgende:

$m_2 : w_1 =$	128°	3′	11″
$m_2 : s_1 =$	97	0	51
$m_2 : v_1 =$	61	46	38
$w_1 : s_1 =$	148	57	40
$w_1 : v_1 =$	113	43	27
$s_1 : v_1 =$	144	45	47

54) Winkel in der Zone, welche durch $p_1 = (a : b : c)$ und $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$w_2 = (a : - b : \frac{1}{2}c)$
$p_1 = (a : b : c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$w_2 : p_1 =$	135°	57′	33″
$w_2 : v_1 =$	84	53	36
$p_1 : v_1 =$	128	56	3

55) Winkel in der Zone, welche durch $r_2 = (\infty a : - b : 3c)$ und $e_1 = (a : \infty b : c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$
$e_1 = (a : \infty b : c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : e_1 = 111° 30' 6''$
$r_2 : v_1 = 37 \quad 9 \quad 53$
$e_1 : v_1 = 105 \quad 39 \quad 47$

56) Winkel in der Zone, welche durch $\alpha_1 = (a : b : 2c)$ und $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$p_2 = (a : - b : c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$p_2 : \alpha_1 = 120° 14' 35''$
$p_2 : v_1 = 82 \quad 0 \quad 29$
$\alpha_1 : v_1 = 141 \quad 45 \quad 54$

57) Winkel in der Zone, welche durch $o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{5}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$s_2 = (a : - \frac{1}{2}b : c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$s_2 : o_1 = 117° 11' 50''$
$s_2 : v_1 = 65 \quad 2 \quad 54$
$o_1 : v_1 = 127 \quad 51 \quad 4$

58) **Winkel in der Zone, welche durch** $\beta_1 = (a : b : 3c)$ **und** $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ **gegeben ist.**

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$y_1 = (a : \infty b : 2c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$y_1 : \beta_1 = 145°\ 1'\ 33''$
$y_1 : v_1 = 111\ \ 6\ 41$
$\beta_1 : v_1 = 146\ \ 5\ \ 8$

59) **Winkel in der Zone, welche durch** $g_1 = (a : 3b : 3c)$ **und** $v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$ **gegeben ist.**

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{8}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$\alpha_2 = (a : - b : 2c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$
$v_1 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$\alpha_2 : g_1 = 134°\ 38'\ 27''$
$\alpha_2 : v_1 = 79\ 59\ 32$
$g_1 : v_1 = 125\ 21\ \ 5$

60) **Winkel in der Zone, welche durch** $w_2 = (a : - b : \frac{1}{2}c)$ **und** $g_1 = (a : 3b : 3c)$ **gegeben ist.**

Bedingungsgleichung: $\frac{3}{a} = \frac{5}{b} + \frac{4}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$w_2 = (a : - b : \frac{1}{2}c)$
$g_1 = (a : 3b : 3c)$
$\alpha_4 = (a : b : - 2c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$w_2 : g_1 = 126° 45' 34''$
$w_2 : \alpha_4 = 75\ 18\ 40$
$g_1 : \alpha_4 = 128\ 33\ 6$

61) Winkel in der Zone, welche durch $s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : s_1 = 134° 17' 46''$
$l_1 : z_1 = 97\ 17\ 49$
$s_1 : z_1 = 143\ 0\ 3$

62) Winkel in der Zone, welche durch $p_1 = (a : b : c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$
$p_1 = (a : b : c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : p_1 = 87° 47' 17''$
$r_2 : z_1 = 33\ 58\ 9$
$p_1 : z_1 = 126\ 10\ 52$

63) Winkel in der Zone, welche durch $\alpha_1 = (a : b : 2c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$s_2 = (a : - \frac{1}{2}b : c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$s_2 : \alpha_1 = 103° \; 4' \; 57''$
$s_2 : z_1 = 60 \; 38 \; 0$
$\alpha_1 : z_1 = 137 \; 33 \; 3$

64) Winkel in der Zone, welche durch $\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{9}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$o_2 = (a : - 2b : 2c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$o_2 : \beta_1 = 128° \; 4' \; 43''$
$o_2 : z_1 = 89 \; 18 \; 3$
$\beta_1 : z_1 = 141 \; 13 \; 20$

65) Winkel in der Zone, welche durch $h_1 = (a : 4b : 4c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{15}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$\beta_2 = (a : - b : 3c)$
$h_1 = (a : 4b : 4c)$
$z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$\beta_2 : h_1 = 135° 59' 16''$
$\beta_2 : z_1 = 74 \quad 1 \quad 45$
$h_1 : z_1 = 118 \quad 2 \quad 29$

66) Winkel in der Zone, welche durch $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ und $\alpha_1 = (a : b : 2c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$\alpha_1 = (a : b : 2c)$
$s_4 = (a : \frac{1}{2}b : - c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$l_1 : \alpha_1 = 133° \quad 3' \quad 50''$
$l_1 : s_4 = 70 \quad 37 \quad 27$
$\alpha_1 : s_4 = 117 \quad 33 \quad 37$

67) Winkel in der Zone, welche durch $f_2 = (\infty a : - \frac{5}{3}b : c)$ und $o_1 = (a : 2b : 2c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{4}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$f_2 = (\infty a : - \frac{5}{3}b : c)$
$o_1 = (a : 2b : 2c)$
$\beta_4 = (a : b : - 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$f_2 : o_1 = 110° \quad 48' \quad 4''$
$f_2 : \beta_4 = 61 \quad 26 \quad 11$
$o_1 : \beta_4 = 130 \quad 38 \quad 7$

68) Winkel in der Zone, welche durch $s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$ und $n_1 = (a : \frac{1}{5}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{5}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$n_1 = (a : \frac{1}{5}b : \infty c)$
$s_1 = (a : \frac{1}{2}b : c)$
$w_2 = (a : - b : \frac{1}{2}c)$
$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : w_2 = 131° 30' 38''$
$r_2 : s_1 = 70 \; 42 \; 32$
$r_2 : n_1 = 32 \; 14 \; 49$
$w_2 : s_1 = 119 \; 11 \; 54$
$w_2 : n_1 = 80 \; 44 \; 11$
$s_1 : n_1 = 141 \; 32 \; 17$

69) Winkel in der Zone, welche durch $\beta_1 = (a : b : 3c)$ und $n_1 = (a : \frac{1}{5}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{5}{a} = \frac{1}{b} + \frac{12}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$\alpha_2 = (a : - b : 2c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$
$n_1 = (a : \frac{1}{5}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$\alpha_2 : \beta_1 = 113° 38' 48''$
$\alpha_2 : n_1 = 71 \; 40 \; 59$
$\beta_1 : n_1 = 138 \; 2 \; 11$

70) Winkel in der Zone, welche durch $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ und $t_1 = (a : \frac{1}{6}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{6}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$
$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$t_1 = (a : \frac{1}{6}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : l_1 = 116° 13' 17''$
$r_2 : t_1 = 31 \; 13 \; 48$
$l_1 : t_1 = 95 \; 0 \; 31$

71) Winkel in der Zone, welche durch $f_2 = (\infty a : - \frac{5}{3}b : c)$ und $l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{6}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$f_2 = (\infty a : - \frac{5}{3}b : c)$
$l_1 = (a : \infty b : \frac{1}{2}c)$
$\beta_1 = (a : b : 3c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$f_2 : l_1 = 149° 54' 42''$
$f_2 : \beta_1 = 95 \; 25 \; 39$
$l_1 : \beta_1 = 125 \; 30 \; 57$

72) Winkel in der Zone, welche durch $w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$ und $u_1 = (a : \frac{1}{7}b : \infty c)$ gegeben ist.

Bedingungsgleichung: $\frac{7}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$.

In dieser Zone liegen folgende Flächen (mit ihren parallelen):

$r_2 = (\infty a : - b : 3c)$
$w_1 = (a : b : \frac{1}{2}c)$
$u_1 = (a : \frac{1}{7}b : \infty c)$

Die wichtigsten Winkel in dieser Zone sind folgende:

$r_2 : w_1 = 100° 50' 4''$
$r_2 : u_1 = 30 \; 35 \; 6$
$w_1 : u_1 = 109 \; 45 \; 2$

Ferner wurden noch für die Flächen, die in den weniger entwickelten Zonen liegen, folgende Neigungen berechnet:

$(m_2) : u_1 =$	120°	43′	17″
$(m_2) : t_1 =$	120	29	35
$(m_2) : n_1 =$	120	7	31
$(m_2) : z_1 =$	119	28	55
$r_2 : y_1 =$	104	9	6
$w_2 : q_1 =$	102	41	8
$w_2 : x_1 =$	105	3	54
$s_2 : q_1 =$	97	23	48
$p_1 : u_1 =$	121	51	30
$p_1 : t_1 =$	122	53	25
$p_1 : n_1 =$	124	16	7
$p_4 : d_1 =$	106	47	52
$o_2 : x_1 =$	132	11	19
$o_4 : y_1 =$	117	17	17
$g_4 : e_1 =$	108	7	40
$g_4 : d_1 =$	135	25	12
$h_4 : l_1 =$	96	16	17
$h_4 : e_1 =$	113	16	44
$h_4 : y_1 =$	132	3	54
$h_4 : d_1 =$	140	52	22
$q_1 : d_1 =$	146	54	29

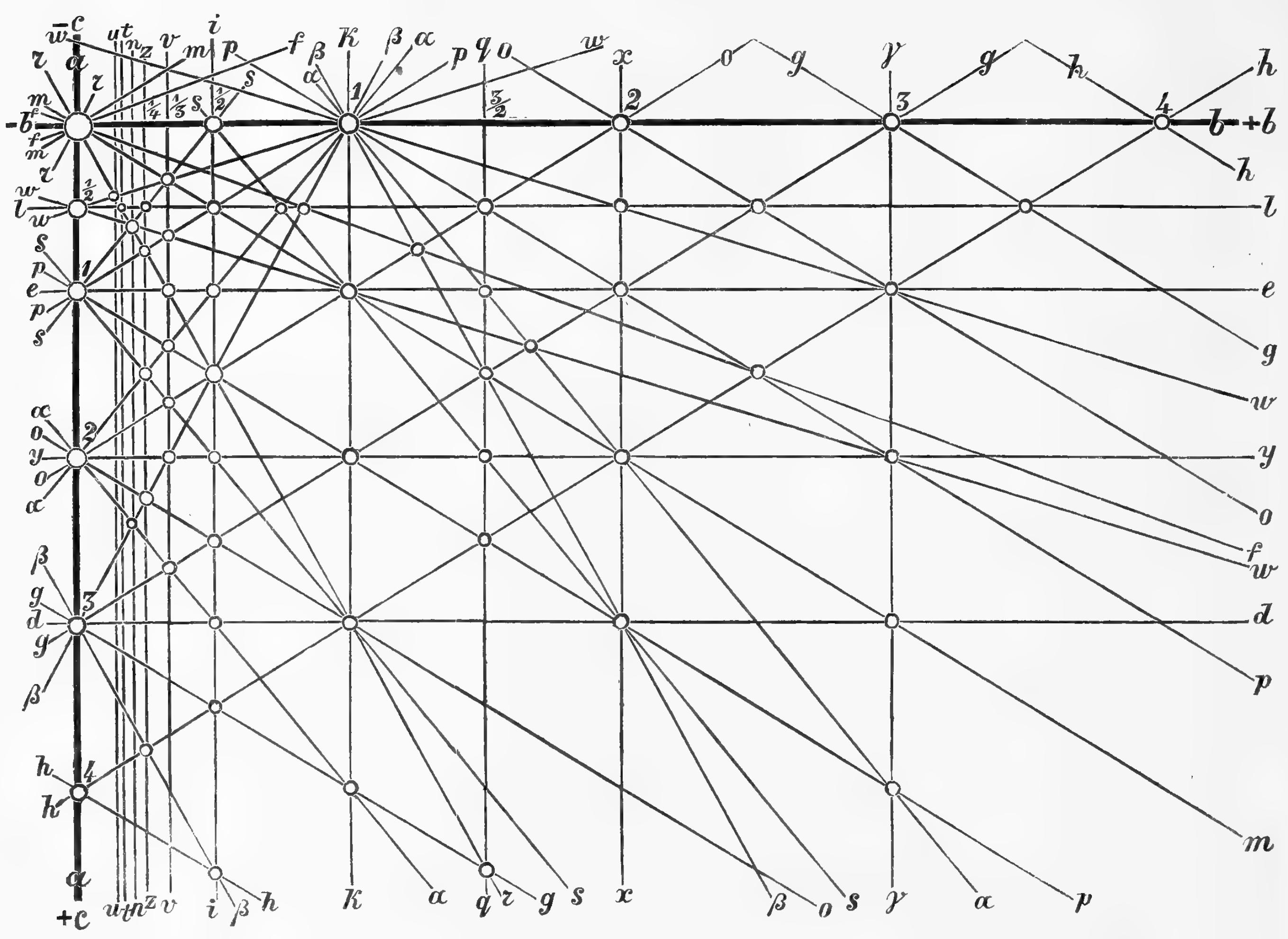
Die nachstehende graphische Darstellung der Weissbleierz-Formen, nach der Neumann-Quenstedt'schen Methode[1]), giebt einen vollständigen Begriff über alle Zonen und im Allgemeinen über die innigsten und wichtigsten krystallographischen Verhältnisse des Minerals.

Um die verlangten Neigungen so wie die verschiedenen Zonenpunkte auf dem graphischen Bilde bequemer zu finden, werden wir hier alle oben angeführten Zonengleichungen zusammenstellen und auch jeder Zone den ihr zukommenden Ausdruck[2]) beifügen. Auf diese Weise werden wir erhalten:

---

1) Es ist hier, wegen Mangels an Raum, nur der vierte Theil von der ganzen Figur gegeben.

2) Nach Weiss, wenn man in dem rhombischen Systeme durch (a : αb : βc) und (a : α′b : β′c) zwei Flächen bezeichnet (wo a die Verticalaxe, b die Makrodiagonale und c die Brachydiagonale der Grundform ist), so kann man die Kante, welche diese beiden Flächen durch ihre gegenseitige Durchschneidung bilden, folgendermaasen ausdrücken: (a ; α″b + β″c). Es ist klar, dass dieses letzte Zeichen, in welchem α″b und β″c die Abstände der Zonenpunkte von den Axen in der Sectionsebene bedeuten (Vergl. die graphische Darstellung, S. 66), man mit



	Zonenzeichen.	Zonengleichung.
1. Zone:	(a ; 0b + 0c)	$\frac{1}{a} = 0$
2. »	(a ; ∞b + 0c)	$\frac{1}{b} = 0$
3. »	(a ; 0b + ∞c)	$\frac{1}{c} = 0$

---

allem Recht als allgemeinen Ausdruck der Axe der Zone, in welcher die oben erwähnten Flächen fallen, annehmen kann. Für die Coëfficienten α'' und β'' berechnet Weiss folgende Werthe:

$$\alpha'' = \frac{\alpha\alpha' (\beta - \beta')}{\alpha'\beta - \alpha\beta'}$$

$$\beta'' = \frac{\beta\beta' (\alpha - \alpha')}{\alpha\beta' - \alpha'\beta}$$

(Vergl. Abhandlung von S. Weiss: «Ueber mehrere neu beobachtete Krystallflächen des Feldspathes, und die Theorie seines Krystallsystems im Allgemeinen.» Vorgelesen in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 30. November 1820).

Zonenzeichen.	Zonengleichung.
4. Zone: (a ; b + 0c)	$\frac{1}{a} = \frac{1}{b}$
5. » (a ; 2b + 0c)	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b}$
6. » (a ; 3b + 0c)	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b}$
7. » (a ; 4b + 0c)	$\frac{1}{a} = \frac{4}{b}$

---

8. Zone: (a ; 0b + c)	$\frac{1}{a} = \frac{1}{c}$
9. » (a ; 0b + 2c)	$\frac{1}{a} = \frac{2}{c}$
10. » (a ; 0b + 3c)	$\frac{1}{a} = \frac{3}{c}$
11. » (a ; 0b + 4c)	$\frac{1}{a} = \frac{4}{c}$

---

12. Zone: (a ; $\frac{1}{2}$b + 0c) .... $\frac{2}{a} = \frac{1}{b}$

---

13. Zone: (a ; 0b + $\frac{1}{2}$c) .... $\frac{2}{a} = \frac{1}{c}$

---

14. Zone: [1])	$\frac{1}{b} = \frac{1}{c}$
15. »	$\frac{1}{b} = \frac{2}{c}$
16. »	$\frac{1}{b} = \frac{3}{c}$

---

17. Zone: .... $\frac{2}{b} = \frac{1}{c}$

---

18. Zone: (a ; b + c)	$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$
19. » (a ; b + 2c)	$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$

1) Die Zonenaxen der Zonen 14, 15, 16 und 17 der Sectionsebene des graphischen Bildes gehen parallel. In diesem Bilde (Seite 66) gehen die Flächenlinien jeder der erwähnten Zonen nicht durch einen Punkt, sondern sie schneiden sich, wie man gewöhnlich sagt, im Unendlichen, d. h. sie erscheinen auf dem Bilde als mit einander parallel laufende Linien.

	Zonenzeichen.	Zonengleichung.
20. Zone:	$(a\,;\,b + 3c)$	$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
21. »	$(a\,;\,b + 4c)$	$\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$
22. Zone:	$(a\,;\,2b + c)$	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{1}{c}$
23. »	$(a\,;\,2b + 2c)$	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{2}{c}$
24. »	$(a\,;\,2b + 3c)$	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{3}{c}$
25. »	$(a\,;\,2b + 5c)$	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{5}{c}$
26. »	$(a\,;\,2b + 6c)$	$\frac{1}{a} = \frac{2}{b} + \frac{6}{c}$
27. Zone:	$(a\,;\,3b + c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{1}{c}$
28. »	$(a\,;\,3b + 2c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$
29. »	$(a\,;\,3b + 3c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{3}{c}$
30. »	$(a\,;\,3b + 4c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{4}{c}$
31. »	$(a\,;\,3b + 5c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{5}{c}$
32. »	$(a\,;\,3b + 6c)$	$\frac{1}{a} = \frac{3}{b} + \frac{6}{c}$
33. Zone:	$(a\,;\,5b + 2c)$	$\frac{1}{a} = \frac{5}{b} + \frac{2}{c}$
34. »	$(a\,;\,5b + 3c)$	$\frac{1}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$
35. Zone:	$(a\,;\,\frac{1}{2}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$
36. »	$(a\,;\,\frac{1}{2}b + c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$
37. »	$(a\,;\,\frac{1}{2}b + \frac{3}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
38. »	$(a\,;\,\frac{1}{2}b + 2c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$
39. »	$(a\,;\,\frac{1}{2}b + \frac{5}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{5}{c}$

	Zonenzeichen.	Zonengleichung.
40.	Zone: $(a ; \frac{1}{2}b + 3c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$
41.	» $(a ; \frac{1}{2}b + \frac{7}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{7}{c}$
42.	» $(a ; \frac{1}{2}b + \frac{9}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{1}{b} + \frac{9}{c}$
43.	Zone: $(a ; \frac{3}{2}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{1}{c}$
44.	» $(a ; \frac{3}{2}b + c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$
45.	» $(a ; \frac{3}{2}b + \frac{3}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{3}{c}$
46.	» $(a ; \frac{3}{2}b + 2c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{4}{c}$
47.	» $(a ; \frac{3}{2}b + \frac{5}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{5}{c}$
48.	» $(a ; \frac{3}{2}b + \frac{9}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{3}{b} + \frac{9}{c}$
49.	Zone: $(a ; 2b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{4}{b} + \frac{1}{c}$
50.	Zone: $(a ; \frac{5}{2}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{5}{b} + \frac{1}{c}$
51.	» $(a ; \frac{5}{2}b + \frac{3}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$
52.	Zone: $(a ; \frac{7}{2}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{2}{a} = \frac{7}{b} + \frac{1}{c}$
53.	Zone: $(a ; \frac{1}{3}b + \frac{1}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$
54.	» $(a ; \frac{1}{3}b + \frac{2}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$
55.	» $(a ; \frac{1}{3}b + c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
56.	» $(a ; \frac{1}{3}b + \frac{4}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{4}{c}$
57.	» $(a ; \frac{1}{3}b + \frac{5}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{5}{c}$
58.	» $(a ; \frac{1}{3}b + 2c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$
59.	» $(a ; \frac{1}{3}b + \frac{8}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{1}{b} + \frac{8}{c}$

	Zonenzeichen.	Zonengleichung.
60.	Zone: $(a ; \frac{5}{3}b + \frac{4}{3}c)$	$\frac{3}{a} = \frac{5}{b} + \frac{4}{c}$
61.	Zone: $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{2}{c}$
62.	» $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{3}{4}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
63.	» $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{3}{2}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{6}{c}$
64.	» $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{9}{4}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{9}{c}$
65.	» $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{15}{4}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{15}{c}$
66.	Zone: $(a ; \frac{3}{4}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{3}{b} + \frac{2}{c}$
67.	Zone: $(a ; \frac{5}{4}b + \frac{3}{4}c)$	$\frac{4}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$
68.	Zone: $(a ; \frac{1}{5}b + \frac{3}{5}c)$	$\frac{5}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
69.	» $(a ; \frac{1}{5}b + \frac{12}{5}c)$	$\frac{5}{a} = \frac{1}{b} + \frac{12}{c}$
70.	Zone: $(a ; \frac{1}{6}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{6}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$
71	Zone: $(a ; \frac{5}{6}b + \frac{1}{2}c)$	$\frac{6}{a} = \frac{5}{b} + \frac{3}{c}$
72.	Zone: $(a ; \frac{1}{7}b + \frac{3}{7}c)$	$\frac{7}{a} = \frac{1}{b} + \frac{3}{c}$

Besondere Bemerkungen.

1) Es ist eine wohlbekannte Sache, dass die Zwillingskrystalle irgend eines Minerales nach einem, zwei, drei oder mehreren Gesetzen gebildet sein können. Es kommen aber auch Fälle vor, wo diese Thatsache sich nicht leicht constatiren lässt, indem die dazu

erforderlichen Messungen nicht immer ausführbar sind. Vorzüglich bei den Mineralien des rhombischen Systems bleibt oft ein Zweifel, ob die Zwillingskrystalle desselben nur nach einem oder zwei verschiedenen Gesetzen gebildet sind; so z. B. bei dem Chrysoberyll nehmen Hessenberg und noch mehrere Mineralogen, so wie auch ich, zwei Gesetze an[1]), während dagegen einige andere in den zweierleiartigen Chrysoberylls-Zwillings-Verwachsungen nur ein einziges Gesetz finden wollen, indem sie die zweite Art dieser Zwillinge als eine Vereinigung des I. Individuums mit dem III., und *nicht* mit dem II. erklären; d. h. sie betrachten einen jeden solchen Zwilling als einen Theil, oder als ein Bruchstück eines Durchkreuzungsdrillinges. Was nun aber den Chrysoberyll anbelangt, wenn auch, was mich anbetrifft, ich keinen Zweifel hege, dass in demselben zwei verschiedene Zwillingsgesetze vorhanden sind, so kann indessen doch für einige andere die Frage zweifelhaft erscheinen, woher G. vom Rath [2]) ganz Recht hat zu sagen, dass: «Bei dem Chrysoberyll der strenge Beweis «durch Messung nicht geführt werden kann, weil dessen Zwillinge und Drillinge nur ein- «gewachsen, desshalb nicht von vollkommener Flächenbeschaffenheit sind u. s. w.»

Da die Weissbleierz-Zwillinge und Drillinge ganz von derselben Art sind wie die des Chrysoberylls, und da bis jetzt für dieselben nur ein einziges Gesetz angenommen wurde, nämlich: Zwillingsebene eine Fläche des Hauptprismas $m = \infty P$, so ward es interessant mich durch directe Messungen genau zu überzeugen, nach welchem Gesetze die schönen Zwillinge aus der Grube Solutuschinsk gebildet sind? Die strengen Messungen, welche ohne Schwierigkeiten ausführbar waren, haben mir, wie schon oben (Seite 9 dieser Abhandlung) erwähnt wurde, solche Resultate geliefert, welche keinen Zweifel übrig lassen, dass diese Zwillinge nach einem anderen neuen Gesetze, als dem gewöhnlichen gebildet sind, nämlich: Zwillingsebene eine Fläche des Prismas $r = \infty \breve{P}3$. In der That ich habe durch directe Messung folgende einspringende Winkel zwischen den Flächen des I. und II. Individuums erhalten: $m : m' = 174° 34' 0''$ (nach Rechnung $= 174° 32' 50''$) und $p : p' = 175° 34' 50''$ (nach Rechnung $= 175° 34' 36''$)[3]).

Die Zwillingskrystalle des Weissbleierzes sind also wirklich nach zwei verschiedenen Gesetzen gebildet. Sie können als eine ziemlich gute und instructive Erklärung des Baues der Zwillinge des Chrysoberylls und noch einiger anderen analogen Zwillinge dienen.

2) Sehr genaue Werthe für die Winkel der Weissbleierz-Krystalle haben Mohs und v. Haidinger [4]) gegeben, ungeachtet dass sie ihre Messungen nur mit dem gewöhnlichen Wollaston'schen Goniometer, ohne andere Einrichtungen, vollzogen haben. Die wirklich

---

1) Vergl. Hessenberg's Min. Notizen, № 4, S. 24 und meine Mat. zur Min. Russlands, Bd. IV, S. 88.

2) Poggendorff's Annalen 1871. Ergänzungsband V, S. 321.

3) Wäre ein solcher zusammengesetzter Krystall ein Theil eines Durchkreuzungsdrillings, so müssten dann die beiden einspringenden Winkel zwischen den Flächen des I. und III. Individuums, nach Rechnung, folgende sein: $m : m' = 171° 42' 30''$ und $p : p' = 173° 16' 28''$.

4) Friedrich Mohs: Grund-Riss der Mineralogie. Dresden 1822—1824. Zweiter Theil, S. 150.

auf einer strengen Methode basirten Messungen wurden von A. Kupffer [1]) ausgeführt, obgleich dieser letztere nicht ganz glücklich in seinen Resultaten war. Später hat auch C. F. Naumann [2]) sehr genaue Werthe in seinem klassischen Werke «Elemente der Mineralogie» für die Winkel der Weissbleierzkrystalle geliefert, wahrscheinlich aus seinen eigenen Messungen, obgleich er diese Sache mit Stillschweigen übergeht.

a) Mohs und v. Haidinger haben, wie es schon oben erwähnt wurde (Vergl. S. 1 dieser Abhandlung), aus ihren Messungen folgendes Axenverhältniss abgeleitet:

$$a : b : c = \sqrt{1,4047} : \sqrt{2,6865} : 1$$
$$= 1,18520 : 1,63905 : 1$$

welches sehr befriedigende Resultate gegeben hat, nämlich: $m : m = 117° 13'$, $p : p$ in $X = 92° 19'$, in $Y = 130° 0'$, in $Z = 108° 28'$.

b) A. Kupffer hat zwei Krystalle gemessen: einen aus der Sammlung des Königs von Frankreich (die damals unter der Direction des Grafen Bournon stand) zu Paris (№ 1) und einen anderen aus der Sammlung der Universität zu Kasan (№ 2). Durch unmittelbare Messungen hat er, im Mittel, folgende Resultate erhalten.

$p : p$ (Mittelkante)

№ 1	= 108° 31′ 18″
And. Kante	= 108 37 12
Mittel	= 108° 34′ 15″

$p : m$

№ 1	= 144° 11′ 54″
№ 2	= 144 18 0
And. Kante	= 144 16 0
Mittel	= 144° 15′ 18″

$m : m$ (Brachydiag. Kante)

№ 1	= 117° 15′ 30″
№ 2	= 117 15 0
Mittel	= 117° 15′ 15″

$m : a$

№ 2 = 121° 28′ 0″

$m_2 : p_1$ (Vergl. unsere 35-ste Zone)

№ 2 = 111° 47′ 0″

---

1) A. Kupffer: Preisschrift über genaue Messung der Winkel an Krystallen. Berlin, 1825, S. 118.
2) C. F. Naumann: Elemente der Mineralogie. Achte Auflage, 1871, S. 275.

Als Endresultat berechnet A. Kupffer folgende Werthe:

$\left.\begin{matrix} p : p \\ \text{in Z} \end{matrix}\right\} = 108° \; 31' \; 0''$

$m : a = 121 \; 22 \; 15$ (also $m : m = 117° \; 15' \; 30''$)

$m_2 : p_1 = 111 \; 48 \; 36$

c) C. F. Naumann leitet folgende wichtige Winkel ab:

Für $p = P$ } Y = 130° 0′, Z = 180° 31′

» $m = \infty P$ } Y = 117 14

» $k = \breve{P}\infty$ } Y = 108 13

3) Als meine Abhandlung schon fast vollkommen gedruckt war, erhielt ich das dritte Heft von G. Leonhard's Journal «Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie,» Jahrgang 1871, aus welchem ich erfuhr, dass V. Ritter v. Zepharovich [1]) eine sehr ausführliche und wichtige Abhandlung unter dem Namen: «Die Cerussit-Krystalle von Kirlibaba in der Bukowina» publicirt hat. Ich halte es also für meine Pflicht, die wesentlichsten Theile aus dieser letzten sehr genauen und schönen Arbeit hier in diesem 3-ten Anhangspunkte zu vereinigen.

a) Die Winkel, welche V. v. Zepharovich durch unmittelbare und sehr strenge Messungen erhalten hat, kommen, zu meiner Freude, sehr nahe denjenigen, welche ich ebenfalls durch unmittelbare Beobachtungen erhielt. Ebenso stimmen unsere Berechnungen sehr gut mit einander überein.

Die brachydiagonale Kante des Prismas $m = \infty P$ hat V. v. Zepharovich aus 16 Messungen = 117° 14′ 19″ bestimmt. (Ich habe dieselbe durch Messung = 117° 14′ 14″ erhalten.)

Als auf 75 Messungen basirtes Endresultat nimmt er $m : m = 117° \; 14' \; 10''$ an. (Ich habe als Endresultat auch = 117° 14′ 10″ angenommen; dies klingt fast unglaublich!)

Ferner hat V. v. Zepharovich erhalten:

$m : a$

Durch 26 Messungen = 121° 23′ 1″
Als Endresultat = 121 22 55 (Mein Endresultat = 121° 22′ 55″)

$m : b$

Durch 33 Messungen = 148° 37′ 8″
Als Endresultat = 148 37 5 (Mein Endresultat = 148° 37′ 5″)

1) Vergl. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Math.-Naturwiss. Classe, Bd. LXII, Drittes Heft, Wien, 1870, S. 439.

$p : m$

Durch 34 Messungen = 144° 13′ 43″ (Meine Messung = 144° 14′ 26″)
Als Endresultat = 144 13 55 (Mein Endresultat = 144 14 12)

$p : p$ (Mittelkante)

Durch 2 Messungen = 108° 29′ 0″ (Meine Messung = 108° 27′ 42″)
Als Endresultat = 108 27 50 (Mein Endresultat = 108 28 24)

Das Verhältniss der Längen der Hauptaxe und Makrodiagonale zur Brachydiagonale berechnet V. v. Zepharovich:

a : b : c = 1,1852 : 1,6396 : 1

Ich habe für dieses Axenverhältniss folgendes berechnet:

a : b : c = 1,18531 : 1,63943 : 1

Wir haben also jetzt:

$m : m$ =	117°	13′	0″	Mohs und v. Haidinger.
	117	15	30	Kupffer.
	117	14	0	Naumann.
	117	14	10	v. Zepharovich.
	117	14	10	v. Kokscharow.
Mittel =	117°	14′	10″	

d. h. gerade das, was v. Zepharovich und ich als Winkel des Hauptprismas angenommen haben.

$p : p$ in Z =	108°	28′	0″	Mohs und v. Haidinger.
	108	31	0	Kupffer.
	108	31	0	Naumann
	108	27	50	v. Zepharovich.
	108	28	24	v. Kokscharow.
Mittel =	108°	29′	15″	

Dieser Mittelwerth scheint mir zu gross zu sein, um ihn als den richtigsten Werth für die Winkel annehmen zu können, denn ich habe, durch 5 ziemlich gute Messungen an verschiedenen Krystallen, im Mittel, die erwähnte Neigung = 108° 27′ 42″ erhalten.

b) V. v. Zepharovich hat an den Weissbleierz-Krystallen von Kirlibaba eine neue rhombische Pyramide $\breve{P}\frac{7}{3}$ bestimmt, welche bis jetzt weder in russischen, noch in ausländischen Krystallen aus anderen Fundorten gefunden war. Die Fläche dieser neuen

Pyramide fällt unter anderen in zwei unserer Zonen, von welchen die eine durch die Flächen $y_1 = (a : \infty b : 2c)$ und $u_1 = (a : \frac{1}{7}b : \infty c)$, und die andere durch die Flächen $o_1 = (a : 2b : 2c)$ und $z_1 = (a : \frac{1}{4}b : \infty c)$ gegeben ist.

Für die Zone $\frac{y_1}{u_1}$ haben wir

Zonengleichung: $\frac{7}{a} = \frac{1}{b} + \frac{14}{c}$.

Ausdruck der Zonenaxe: $(a ; \frac{1}{7}b + 2c)$

Für die Zone $\frac{o_1}{z_1}$ haben wir:

Zonengleichung: $\frac{4}{a} = \frac{1}{b} + \frac{7}{c}$.

Ausdruck der Zonenaxe: $(a ; \frac{1}{4}b + \frac{7}{4}c)$

Endlich berechnet sich aus unserem Axenverhältnisse:

Für $\mu = \breve{P}\frac{7}{3}$.

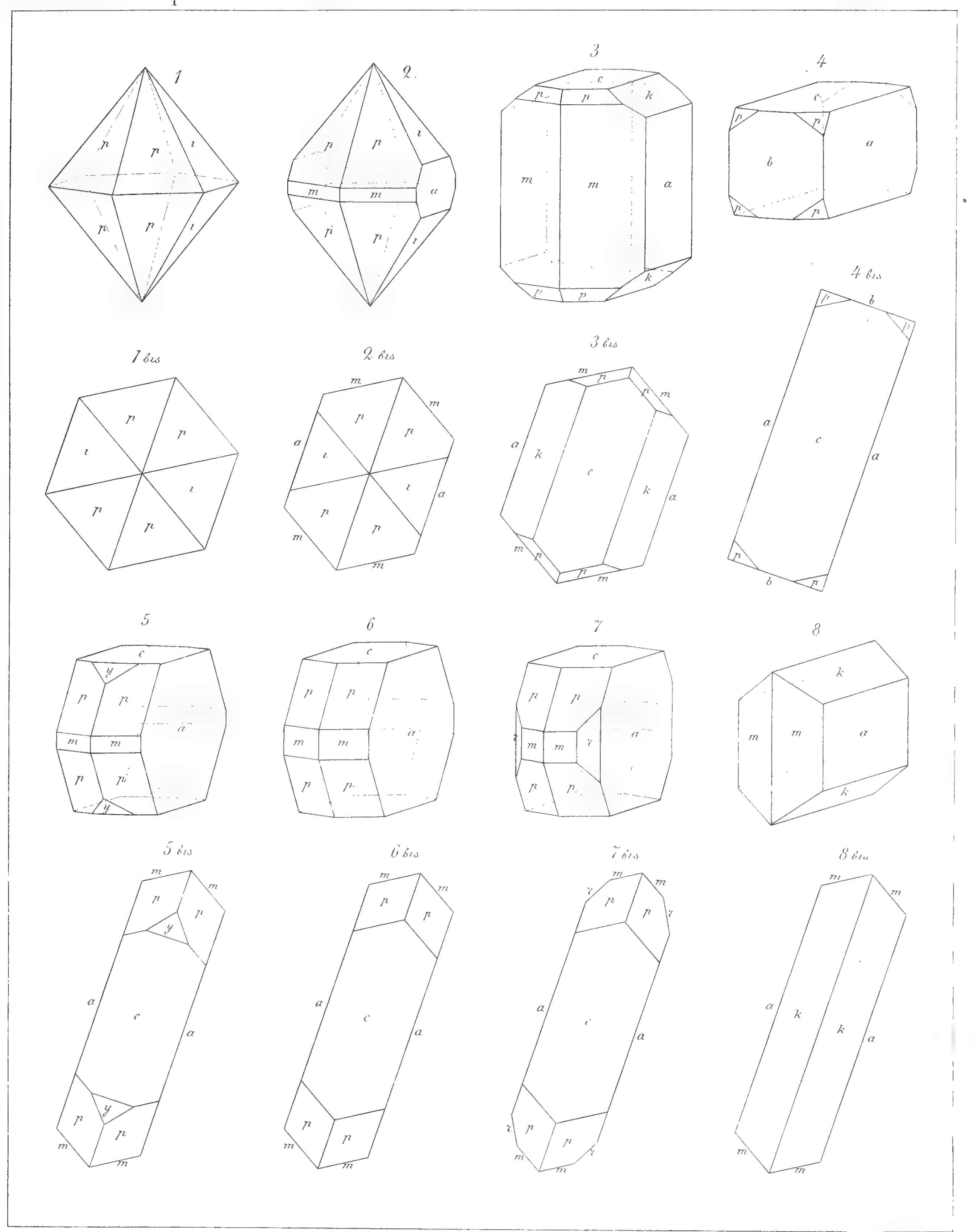
$\frac{1}{2}X = 67° 37' 29''$	$X = 135° 14' 58''$
$\frac{1}{2}Y = 57\ 11\ 39$	$Y = 114\ 23\ 18$
$\frac{1}{2}Z = 41\ 27\ 52$	$Z = 82\ 55\ 44$

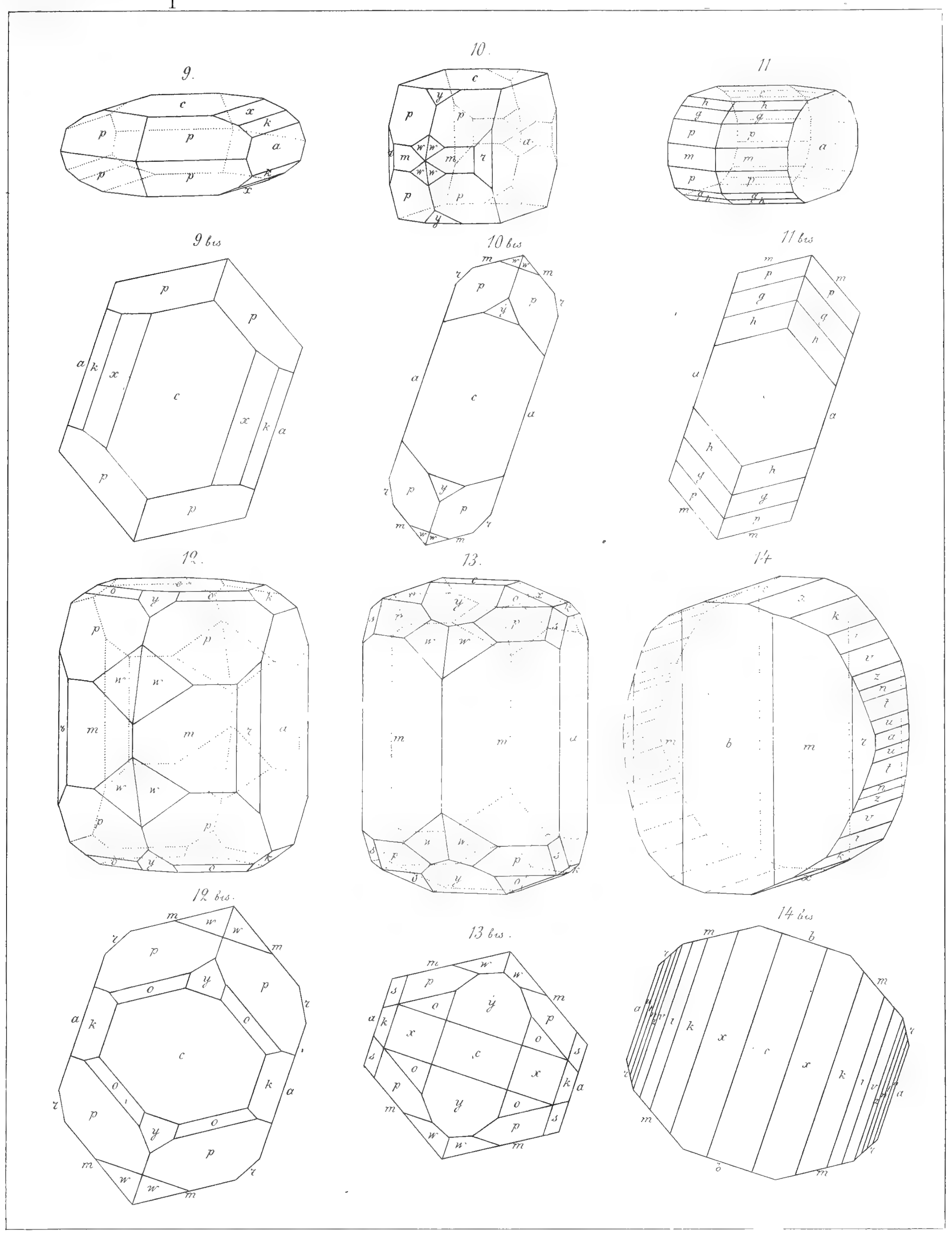
$\alpha = 54° 7' 59''$
$\beta = 63\ 4\ 12$
$\gamma = 54\ 54\ 27$

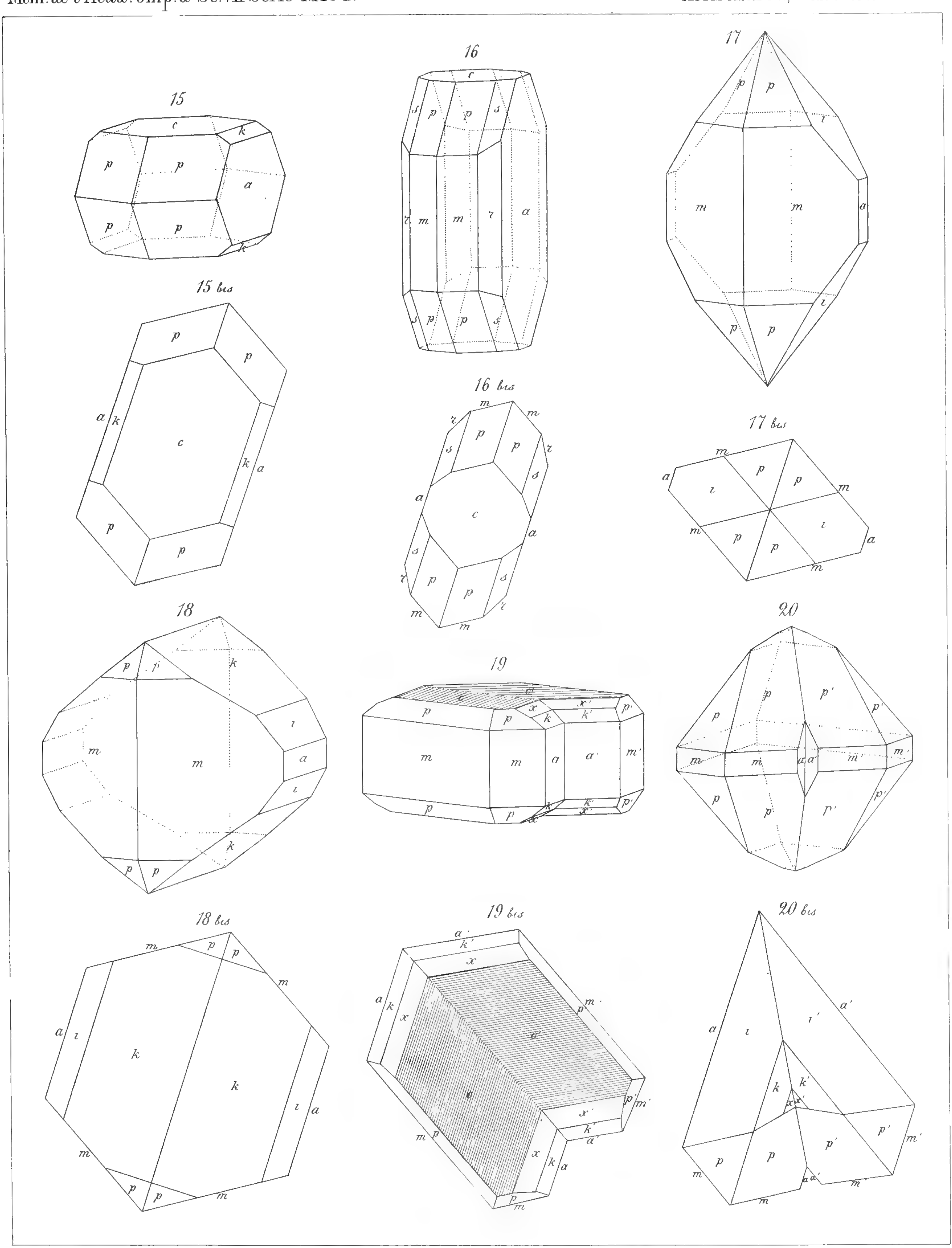
		V. v. Zepharovich berechnet.
$\mu : a$	$= 122° 48' 21''$	$122° 48' 8''$
$\mu : b$	$= 112\ 22\ 31$	$112\ 22\ 22$
$\mu : c$	$= 138\ 32\ 8$	$138\ 32\ 26$
$\mu : p$	$= 158\ 31\ 41$	$158\ 31\ 44$
$\mu : k$	$= 157\ 37\ 29$	$157\ 37\ 38$

---

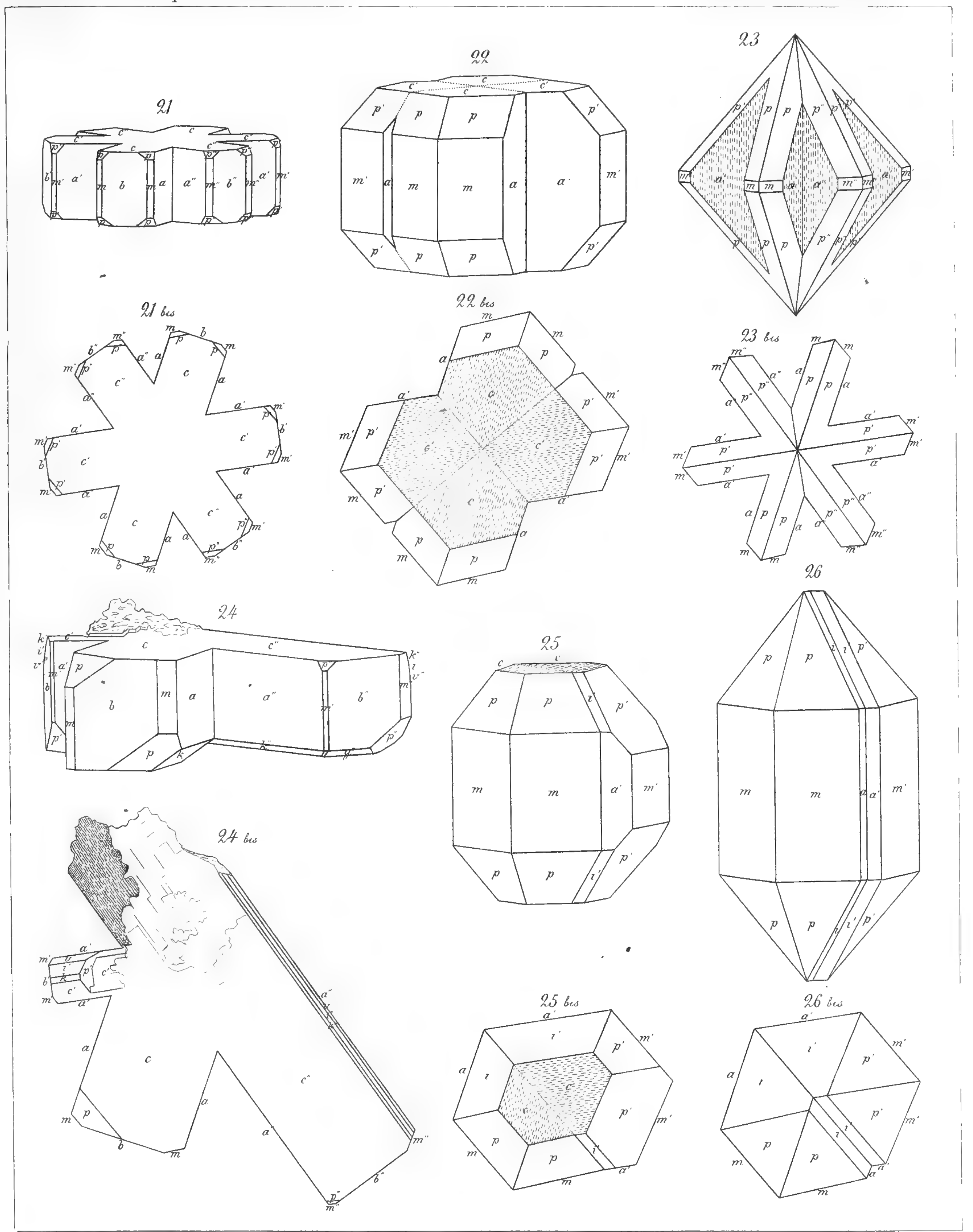
4) Es scheint mir, dass in dem Werke von Brooke und Miller «An elementary Introduction to Mineralogy» (1852, p. 565) sich einige Rechnungsfehler eingeschlichen haben, nämlich: für die Pyramide $w = 2\bar{P}2$ (121) ist gegeben Y = 137° 48′ (während nach meiner Rechnung 148° 36′ 32″), Z = 148° 36′ (während nach meiner Rechnung 136° 3′ 12″); auch für das Prisma $f = \infty\bar{P}\frac{5}{3}$ (350) ist gegeben Y = 139° 11′ (während nach meiner Rechnung 139° 47′ 48″). Ich habe gewagt, diese Bemerkung zu machen, um alle weiteren Missverständnisse zu vermeiden, indem für einen jeden Mineralogen das ausgezeichnete Werk von Brooke und Miller ein unentbehrliches ist.


1
2
3
4
1 bis
2 bis
3 bis
4 bis
5
6
7
8
5 bis
6 bis
7 bis
8 bis

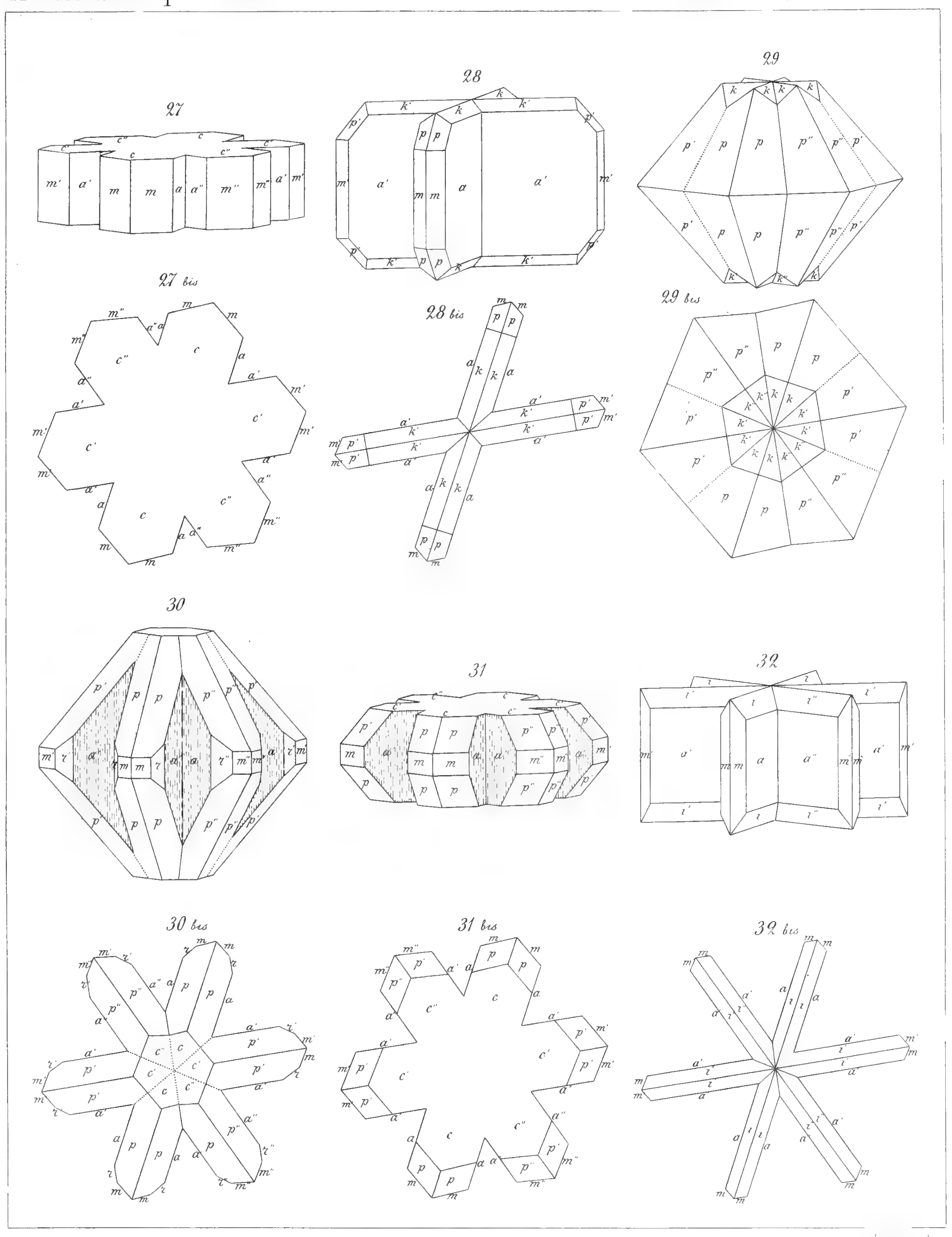

9.
10.
11
9 bis
10 bis
11 bis
12.
13.
14
12 bis.
13 bis.
14 bis



Jvanson sculp.



Jvanson sculp.



Jvanson sculp.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, N° 1.

ÜBER DEN

MUSCULUS ANCONEUS V. DES MENSCHEN,

MIT

VERGLEICHEND-ANATOMISCHEN BEMERKUNGEN.

VON

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der praktischen Anatomie an der medico-chirurgischen Akademie.

(Mit 1 Tafel)

Lu le 24 mars 1870.

70498

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 25 Kop. = 8 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 2.

ÜBER

ACHRADOCYSTITES UND CYSTOBLASTUS,

ZWEI NEUE CRINOIDEEN-GATTUNGEN,

EINGELEITET

DURCH KRITISCHE BETRACHTUNGEN ÜBER DIE

ORGANE DER CYSTIDEEN.

VON

Dr. **A. v. Volborth.**

(Mit einer lithographirten Tafel.)

Présenté le 19 mai 1870.

70498

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;

à Riga, M. N. Kymmel;

à Leipzig, M. Léopold Voss

Prix: 30 Kop. = 10 Ngr.



MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE
Tome XVI, N° 3.

UNSERE KENNTNISSE

ÜBER

DEN FRÜHEREN LAUF DES AMU-DARIA.

Von

Dr. **R. Lenz.**

Mit 2 Karten.

Présenté le 13 Janvier 1870.

70498

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;

à Riga, M. N. Kymmel;

à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 75 Kop. = 25 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE,
Tome XVI, N° 4.

REVISION
DER
SALAMANDRIDEN-GATTUNGEN
NEBST
BESCHREIBUNG EINIGER NEUEN ODER WENIGER BEKANNTEN ARTEN DIESER FAMILIE.

VON

Dr. **Alexander Strauch.**
Mitgliede der Akademie.

Mit 2 Kupfertafeln.

Lu le 24 mars 1870.

70498

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 5 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 5.

BEITRÄGE
ZUR
NATURGESCHICHTE DES ELENS
IN BEZUG AUF SEINE MORPHOLOGISCHEN UND PALÄONTOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE,

SO WIE

SEINE GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER DIE MIOCÄNE FLORA UND INSECTENFAUNA DES HOCHNORDENS.

VON
Johann Friedrich Brandt,
Mitgliede der Akademie.

(Mit 3 Tafeln.)

(*Lu le 24 mars 1870.*)

70498

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;
à Riga, M. N. Kymmel;
à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 5 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE
Tome XVI, N° 6.

UEBER

RHIZOSTOMA CUVIERI LMK.

EIN BEITRAG ZUR MORPHOLOGIE DER VIELMÜNDIGEN MEDUSEN.

VON

Dr. **Alexander Brandt.**

(Mit 1 Tafel.)

Présenté le 18 Novembre 1869.

70498

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;
à Riga, M. N. Kymmel;
à Leipzig, M. Léopold Voss.
Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE
Tome XVI, N° 7.

PHYSIOLOGISCH-TOPOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

AM

RÜCKENMARK DES FROSCHES.

Von

Dr. **Spiro.**

(Mit einer Tafel.)

Présenté le 5 Mai 1870.

10498

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg,	à Riga,	à Odessa,	à Leipzig,
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 35 Kop. = 12 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, № 8.

ANATOMISCH-HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DEN

SIPUNCULUS NUDUS L.

VON

Dr. **Alexander Brandt.**

(Mit 2 Tafeln.)

Présenté le 10 février 1870.

70475

St.-PÉTERSBOURG, 1870.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg, MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, Jacques Issakof et Tcherkessoff;
à Riga, M. N. Kymmel;
à Odessa, A. E. Kechribardshi;
à Leipzig, M. Léopold Voss.

Prix: 60 Kop. = 20 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 9.

RHODODENDREAE

ASIAE ORIENTALIS.

SCRIPSIT

TABULISQUE 4 LAPIDI INCISIS ILLUSTRAVIT

C. J. Maximowicz,
socius Academiae.

Lu le 30 Juin 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1870.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Odessa: A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 80 Kop. = 27 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
Tome XVI, N° 10.

STUDIEN
AUF
DEM GEBIETE DER STÖRUNGSTHEORIE.

I. ENTWICKLUNG EINIGER VERBINDUNGEN ELLIPTISCHER FUNCTIONEN.

VON

Dr. **H. Gyldén.**

Présenté le 19 Mai 1870.

St.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel; —
à Odessa: M. A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 5 Kop. = 1 Thlr. 5 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[e] SÉRIE,
TOME XVI, N° 11.

ÜBER
FOSSILE MEDUSEN.

VON

Dr. Alexander Brandt.

Mit 2 Tafeln.

Lu le 13. octobre 1870.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 45 Kop. = 15 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 12.

EMBRYOLOGISCHE STUDIEN
AN
WÜRMERN UND ARTHROPODEN

VON

A. Kowalevski,
Professor in Kiew.

Mit 12 Tafeln.

Présenté à la Classe Physico-Mathématique de l'Académie des sciences le 18 novembre 1869.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 1 Rbl. 70 Kop. = 1 Thlr. 27 Ngr.

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VII[E] SÉRIE,
Tome XVI, N° 13.

BOREAS

UND

DIE BOREADEN

VON

Ludolf Stephani.

Mit zwei Tafeln.

Lu le 11 mai 1871.

St.-PÉTERSBOURG, 1871.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à St.-Pétersbourg:	à Riga:	à Odessa:	à Leipzig:
MM. Eggers et C[ie], H. Schmitzdorff, J. Issakoff et A. Tscherkessoff;	M. N. Kymmel;	M. A. E. Kechribardshi;	M. Léopold Voss.

Prix: 65 cop. = 22 Ngr.



MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG, VIIE SÉRIE,
TOME XVI, N° 14 ET DERNIÈR.

ÜBER

WEISSBLEIERZ-KRYSTALLE,

VORZÜGLICH

AUS RUSSISCHEN FUNDORTEN.

VON

N. v. Kokscharow.

(Mit 5 Kupfertafeln.)

Lu le 4 mai 1871.

ST.-PÉTERSBOURG, 1871.
Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:
à St.-Pétersbourg: MM. Eggers et Cie, H. Schmitzdorff, J. Issakof et A. Tcherkessoff;
à Riga: M. N. Kymmel;
à Odessa: M. A. E. Kechribardshi;
à Leipzig: M. Léopold Voss.
Prix: 1 Rbl. 10 Kop. = 1 Thlr. 7 Ngr.


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01769 5511